# TÉCNICA

## REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

.º 123-Novembro-1941

# União Eléctrica Portuguesa

S. A. R. L.

**SEDE**

**Rua Duque de Loulé, 240 – Pôrto**
**Telef. 2828 – 2829 – 2830 – Est. 90**

**DELEGAÇÃO**

**R. António Maria Cardoso, 13, 2.º – Lisboa**
**Telefones 27232 – 27233 – Est. 365**

ELECTRICIDADE DO LINDOSO
E DAS CENTRAIS DO FREIXO E DA CACHOFARRA

A **União Eléctrica Portuguesa** distribui e vende electricidade nos **distritos** de VIANA DO CASTELO, BRAGA, PORTO, AVEIRO, COIMBRA, VISEU LEIRIA e de SETÚBAL, pela mais extensa rêde de alta-tensão em Portugal (mais de 1.200 kms), levando fôrça motriz às FÁBRICAS e luz a CIDADES, VILAS, ALDEIAS e LOGARES

A **U. E. P.** facilita a electrificação de Fábricas e oferece as maiores vantagens nas suas tarifas

Consultar a **U. E. P.** e consumir a sua energia é **proveitoso negócio**

CIMENTO

# SECIL

Fabricado pelos mais modernos processos e preferido para todos os trabalhos de responsabilidade.
Sacos de papel ou de juta com 50 Kg.
Barricas de 180 Kg.

S E C I L

COMPANHIA GERAL DE CAL E CIMENTO
RUA DO COMERCIO, 56, 3.º
LISBOA

# CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

**A instalação mais moderna do País. Dois fornos rotativos em laboração. — O "CIMENTO TEJO" marca pelas suas altas resistências e regularidade, garantidas pela fiscalização contínua de tôdas as fases do fabrico, exercida por técnicos portugueses especializados.**

Pedidos à Companhia "CIMENTO TEJO"

SEDE EM LISBOA
**RUA DA VITÓRIA, 88, 2.º**

FILIAL NO NORTE
**AV. DOS ALIADOS, 20, 3.º**
PORTO

NÚMERO
123
Novembro — 1941

# TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS
ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Redacção e Administração: AV. ROVISCO PAIS, IST / LISBOA-N. / TEL. 49144 (linha 50)

**DIRECTOR**
NUNO ABRANTES
**ADMINISTRADOR**
LUIZ DE ALMEIDA ALVES
**BIBLIOTECÁRIO**
JOSÉ DE LUCENA
**CORPO REDACTORIAL**
Fernando Monjardino
Francisco de Almeida e Castro
José Passos Coelho
Fernando Moitinho de Almeida

NÚMERO AVULSO 5$00
**ASSINATURAS:**

| | 3 N.os | 6 N.os | 12 N.os |
|---|---|---|---|
| Continente e Ilhas | 13$50 | 26$00 | 50$00 |
| Colónias Portuguesas e Espanha... | — | 35$00 | 60$00 |
| Estrangeiro... ..... | — | 40$00 | 70$00 |

**EDITOR E PROPRIETÁRIO**
ASS. DOS ALUNOS DO I. S. T.

COMPOSTO E IMPRESSO
NAS
OFICINAS FERNANDES
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

# SUMÁRIO

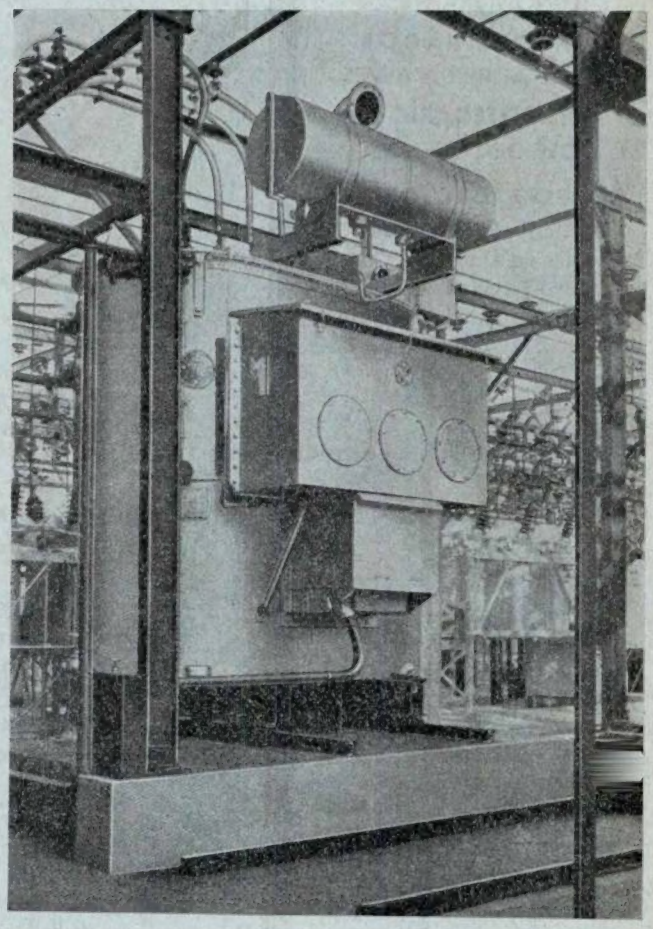
**Capa — Nova Estação Marítima de Alcântara**

| | | Págs. |
|---|---|---|
| **Energia das acelerações dum sólido com um ponto fixo** . . | Doutor A. de Mira Fernandes | 517 |
| **O cálculo do betão armado aplicado aos edifícios** . . . . . | Eng. J. de Cang . . . . . | 519 |
| **O aproveitamento do rio Dnieper na central «Dnieprostroï»** | Eng. Castro Cabrita . . . . . | 539 |
| **Agulhas automáticas** . . . . . | João A. da R. Cunha Serra | 556 |
| **Vida Escolar e Associativa** . . . | . . . . . | 561 |
| **Mundo Técnico** . . . . . | . . . . . | 566 |
| **Notas Bibliográficas** . . . . . | . . . . . | 569 |
| **Publicações recebidas** . . . . . | . . . . . | 569 |

# GENERAL ELECTRIC

## Schenectady, N. Y.

Motores e dinamos. Alternadores. Transformadores. Aparelhos para alta e baixa tensão. Centrais termo e hidro-eléctricas. Instalações para melhorar o factor de potência. Tracção eléctrica. Máquinas, transformadores e electrodos para soldadura eléctrica. Fornos eléctricos. Automotoras eléctricas e Diesel--eléctricas. Turbinas de vapor. Aparelhos de iluminação. Instrumentos de medida. Cabos e fios. Electrificação de fábricas. Comandos eléctricos especiais para fábricas téxteis, fábricas de papel, etc. Máquinas frigoríficas.



Transformador trifásico com regulação da tensão em carga

**THOMSON**
**GENERAL ELECTRIC**

**Portuguesa, L.da**

LISBOA
**Rua do Norte, 5**

Telef. 28135-28136

## Cimento «Liz» hidrofugado «N»

PRÓPRIO PARA

**IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS**

REBOCOS, FUNDAÇÕES, PAREDES, ETC.

Substitue com vantagem de ordem técnica e económica todos os impermeabilizadores conhecidos.

Em sacos de papel de 50 quilos

Peçam instruções para o seu emprêgo

**Sede: Rua do Cais de Santarém, 64, 1.º — LISBOA**
**Filial: Rua de Santo António, 190-A, 1.º — PORTO**

Agentes em todo o País

# "LUSALITE"

**fibro-cimento nacional**

EM

INCOMBUSTÍVEL
LEVE
RESISTENTE
ISOLADOR
IMPUTRESCÍVEL

Tubos para pressões hidráulicas de 3 a 12 K.os/cm.²
Chapas onduladas para coberturas
Chapas lisas para revestimento de tetos, tabiques, etc.
**Produtos da Sociedade Portuguesa de Fibro-cimento**

ÚNICOS CONCESSIONÁRIOS:

CORPORAÇÃO MERCANTIL PORTUGUESA, L.da

Rua de S. Nicolau, 123

Telefones: 2 2091 — 2 2092 — 2 2093 — **LISBOA** — Telegramas: Lusalite

## SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada

(REGISTADO)

SERRALHARIAS,

CALDEIRARIA,

FERRARIA,

FUNDIÇÕES

ESCRITÓRIO

**Rua de S. Tiago, 13**

**LISBOA**

Telefone 26572

Granulados de mármores

para exportação e para o país

Mosaicos de granulados de mármore

*OS MAIS BONITOS*
*OS MAIS RESISTENTES*
*OS MAIS VANTAJOSOS*

Soc. Portuguesa CAVAN

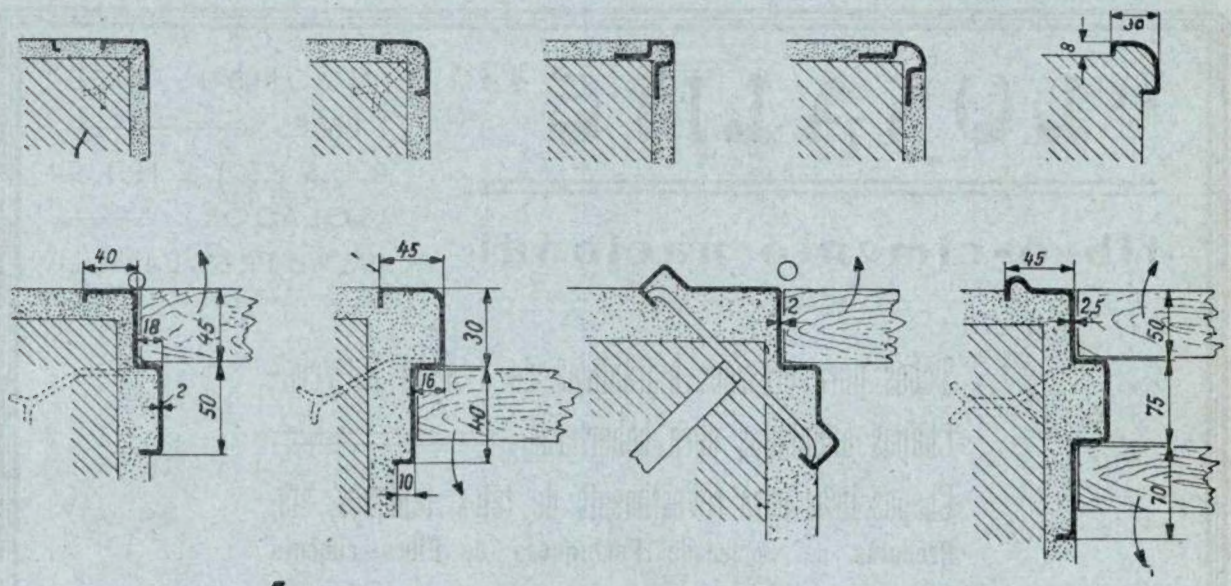
Rua D. Estefania, 42

*Telefone 47812 — Lisboa*

FILIAL NO PÔRTO:

PRAÇA DA BATALHA, 90, 2.º

**ALGUNS EXEMPLOS DOS PERFIS QUE SE PODEM REALIZAR**




LISBOA **FÁBRICA PORTUGAL**

**FABRICAÇÃO DE PERFIS DE CHAPA PARA TODOS OS GENEROS DE TRABALHOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

UMA REVOLUÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

# TÉCNICA

NUNO ABRANTES

DIRECTOR

ANO XVII - N.º 123 NOVEMBRO 1941


# ENERGIA DAS ACELERAÇÕES DUM SÓLIDO COM UM PONTO FIXO


PELO DOUTOR **A. DE MIRA FERNANDES**

(PROFESSOR DO I. S. T.)


Dado um sólido com um ponto fixo $O$, a velocidade de qualquer ponto $P$ será

1) $$P' = \omega \wedge (P - O);$$

e a aceleração será

2) $$P'' = \omega' \wedge (P - O) + \omega \wedge P',$$

sendo $\omega$ o vector velocidade angular.

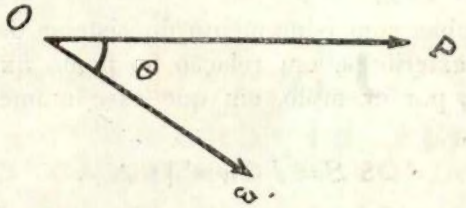
Portanto,

$$P''^2 = [\omega' \wedge (P - O)]^2 + (\omega \wedge P')^2 + \\ + 2\,[\omega' \wedge (P - O)] \mid \omega \wedge P'.$$

Calculemos cada uma das parcelas do segundo membro.

Será

3) $$\begin{aligned} &[\omega' \wedge (P - O)]^2 = \\ &= [\omega' \wedge (P - O)] \mid [\omega' \wedge (P - O)] = \\ &= [\omega' \wedge (P - O)] \wedge \omega' \mid (P - O) = \\ &= \omega'^2 \,.\, (P - O)^2 - [\omega' \mid (P - O)]^2 = \\ &= \omega'^2 \,.\, (P - O)^2 - \omega'^2 \,.\, (P - O)^2 \,.\, \cos^2 \theta = \\ &= \omega'^2 \,.\, (P - O)^2 \operatorname{sen}^2 \theta, \end{aligned}$$




sendo $\theta$ o ângulo de $P - O$ com $\omega'$.

Do mesmo modo

4) $$\begin{aligned} &(\omega \wedge P')^2 = (\omega \wedge P') \mid (\omega \wedge P') = \\ &= (\omega \wedge P') \wedge \omega \mid P' = \omega^2 \,.\, P'^2 - (\omega \mid P')^2 = \\ &= \omega^2 P'^2, \end{aligned}$$

por ser $\omega \mid P' = 0$, em virtude de 1).

Igualmente

5) $$\begin{aligned} &[\omega' \wedge (P - O)] \mid (\omega \wedge P') = \\ &= [\omega' \wedge (P - O)] \wedge \omega \mid P' = \\ &= (\omega \mid \omega') P' \mid (P - O) - [\omega \mid (P - O)] (\omega' \mid P') \\ &= - [\omega \mid (P - O)] (\omega' \mid P'), \end{aligned}$$

por ser

$$P' \mid (P - O) = 0$$

em virtude de 1).

Mas, por outro lado,

$$\begin{aligned} &(\omega \wedge \omega') \mid [P' \wedge (P - O)] = (\omega \wedge \omega') \wedge P' \mid (P - O) = \\ &= (\omega \mid P') [\omega' \mid (P - O)] - [\omega \mid (P - O)] (\omega' \mid P') = \\ &= - [\omega \mid (P - O)] (\omega' \mid P'), \end{aligned}$$

por ser

$$\omega \mid P' = 0$$

em virtude de 1).

Logo

6) $$[\omega' \wedge (P - O)] \mid (\omega \wedge P') = (\omega \wedge \omega') \mid [P' \wedge (P - O)].$$

A energia das acelerações do sistema será, portanto, atendendo a 3), 4) e 6),

$$7)\quad 2S = \Sigma m P'^2 = \omega'^2 . \Sigma m (P-O)^2 sen^2 \theta + \omega^2 \Sigma m P'^2 - 2(\omega \wedge \omega') \mid \Sigma m P' \wedge (O-P).$$

Mas $(P-O)^2 . sen^2 \theta$ é o quadrado da distância do ponto $P$ à recta que passa por $O$ e é paralela a $\omega'$. Isto é,

$$\Sigma\, m\, (P-O)^2\, sen^2\, \theta = I_{\omega'}$$

é o momento de inércia do sólido em relação a essa recta.

Por outro lado, $\Sigma m P'^2 = 2T = I\omega^2$ sendo $2T$ a fôrça viva e $I$ o momento de inércia do sistema em relação ao eixo instantâneo; e $\Sigma m P' \wedge (O-P) = \gamma$ é o momento cinético do sistema em relação ao ponto $O$. Portanto,

$$8)\quad 2S = \omega'^2 I_{\omega'} + I_{\omega^4} - 2\omega \wedge \omega' \mid \gamma.$$

Esta fórmula foi estabelecida por Platrier e Aimond (1) e deduzida, pouco depois, com a forma vectorial, por Chazy (2).

É possível, porém, estabelecer outras expressões da energia das acelerações dum sólido com um ponto fixo, mais simples do que a expressão 8).

Com efeito, sendo $M - O = \gamma$, a velocidade do ponto $M$, em relação ao sólido, é $\left(\frac{d\gamma}{dt}\right)_r$; e, em virtude das equações de Euler,

$$9)\quad \frac{d\gamma}{dt} = \left(\frac{d\gamma}{dt}\right)_r + \omega \wedge \gamma .$$

Portanto,

$$10)\quad \omega' \left| \frac{d\gamma}{dt} = \omega' \right| \left(\frac{d\gamma}{dt}\right)_r + \omega' \mid \omega \wedge \gamma$$

$$= \omega' \left| \left(\frac{d\gamma}{dt}\right)_r - \omega \wedge \omega' \right| \gamma .$$

(1) *Comptes rendus*, n.º 202, pg. 1405 e 1407.

(2) *Bulletin de la Société Mathématique de France*, n.º 64, pg. 171.

Por outro lado,

$$11)\quad \omega' \left| \left(\frac{d\gamma}{dt}\right)_r = A\left(\frac{dp}{dt}\right)^2 + B\left(\frac{dq}{dt}\right)^2 + C\left(\frac{dr}{dt}\right)^2,$$

visto que as componentes de $\omega'$ e $\left(\frac{d\gamma}{dt}\right)_r$ sôbre os eixos principais de inércia do sólido, em relação ao ponto $O$, são, respectivamente,

$$\frac{dp}{dt},\ \frac{dq}{dt},\ \frac{dr}{dt} \quad \text{e} \quad A\frac{dp}{dt},\ B\frac{dq}{dt},\ C\frac{dr}{dt} .$$

(Com $A$, $B$, $C$ designam-se os momentos de inércia do sólido, em relação aos eixos principais; e com $p$, $q$, $r$ as componentes de $\omega$ sôbre os mesmos eixos).

Mas

$$I_{\omega'} = A\alpha^2 + B\beta^2 + C\gamma^2 ,$$

sendo $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ os cosenos directores de $\omega'$. E, como,

$$\alpha^2 = \frac{\left(\frac{dp}{dt}\right)^2}{\omega'^2}, \qquad \beta^2 = \frac{\left(\frac{dq}{dt}\right)^2}{\omega'^2}, \qquad \gamma^2 = \frac{\left(\frac{dr}{dt}\right)^2}{\omega'^2},$$

$$\omega'^2 I_{\omega'} = A\left(\frac{dp}{dt}\right)^2 + B\left(\frac{dq}{dt}\right)^2 + C\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 = \omega' \left| \left(\frac{d\gamma}{dt}\right)_r ,\right.$$

em virtude de 11).

Eliminando, entre 10) e 8), resulta, pois,

$$12)\quad 2S = I_{\omega^4} + \omega' \left| \left(\frac{d\gamma}{dt} + \omega \wedge \gamma\right);\right.$$

ou ainda

$$12')\quad 2S = I_{\omega^4} - \omega'^2 I_{\omega'} + 2\omega' \left| \frac{d\gamma}{dt}.\right.$$

Das duas fórmulas 12) e 12'), a primeira, sobretudo, é duma grande simplicidade, em relação à fórmula 8), dispensando o cálculo, sempre incómodo, de $I_{\omega'}$. A intervenção da derivada $\frac{d\gamma}{dt}$ do momento cinético relaciona-as a ambas com o momento do sistema das fôrças exteriores, em relação ao ponto fixo. No caso, por exemplo, em que êsse momento é nulo,

$$2S = I_{\omega^4} + \omega' \mid \omega \wedge \gamma ,$$

sendo $\gamma$ constante.

# O CÁLCULO DO BETÃO ARMADO APLICADO AOS EDIFÍCIOS

POR
J. DE CANG
Engenheiro civil
Professor da Universidade do Trabalho de Charleroi

*(Continuação do n.º 122)*

## APLICAÇÃO NUMÉRICA — CÁLCULO DE UMA ESCADA COM UM PATIM INTERMÉDIO E APOIADA SÔBRE PERNAS

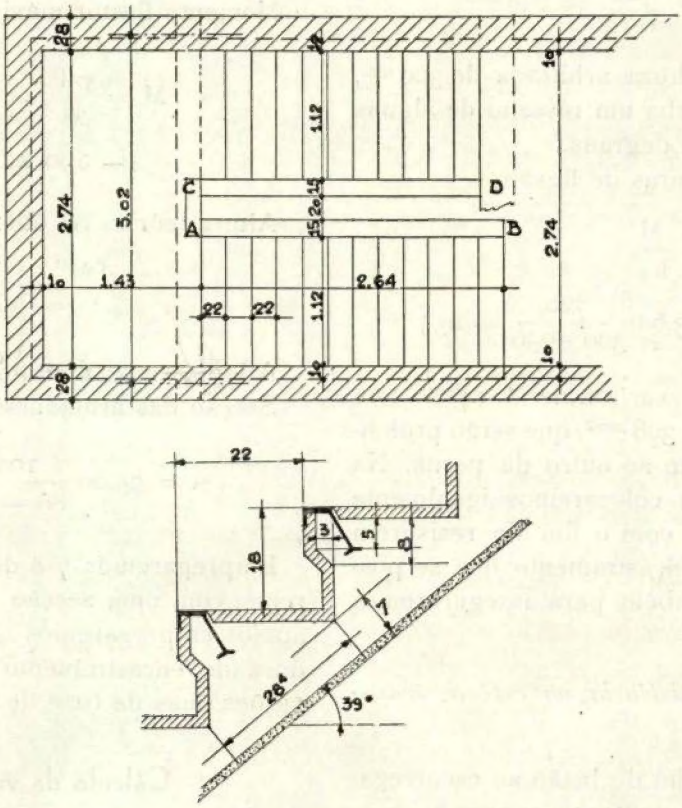



Fig. 91

*Pêso de um degrau:*

Degrau: $\frac{0{,}18 \times 0{,}22}{2} \times 1{,}12 \times 2500 = 60$ kgs

Focinho: $\frac{0{,}08 + 0{,}05}{2} \times 0{,}03 \times 1{,}12 \times 2500 = 5$ kgs

Revestimento: $(0{,}22 + 0{,}18)\ 1{,}12 \times 0{,}02 \times 2000 = 18$ kgs

Lage: $0{,}27 \times 0{,}284 \times 1{,}12 + 2500 = 55$ kgs

Revestimento da lage: $1{,}12 \times 0{,}284 \times 30 = 10$ kgs

Sobrecarga: $0{,}22 \times 1{,}12 \times 500 = 122$ kgs

Total..... 270 kgs

*Comprimento da perna AB (12 degraus):*

$$l = 12 \times 0{,}284 = 3{,}40 \text{ m.}$$

*Projecção horizontal:*

$$l' = 12 \times 22 = 2{,}64 \text{ m.}$$

*Carga total sôbre a perna AB:*

Carga transmitida pelos degraus:

$$\frac{12 \times 270}{2} = 1260 \text{ kgs}$$

Pêso próprio da perna:

$0{,}15 \times 0{,}30 \times 3{,}40 \times 2500 = 380$ kgs

Revestimento da perna: $0{,}70 \times 3{,}40 \times 40 = 90$ kgs

Corrimão: $25 \times 3{,}40 = 85$ kgs

Total $\frac{P}{2} = 2175$ kgs

Momento flector máximo:

$$M = \frac{\frac{P}{2} l}{2}$$

$$= \frac{275 \times 2{,}64}{2} = 720 \text{ kgm}$$

Altura teórica ou útil:

$$h_{th} = A \sqrt{\frac{720}{0{,}15}}$$

$A = 3{,}45$ para $n = 50$ kg/cm² e $t = 12$ kg/mm² (Tabela I)

donde:

$$h_{th} = 3{,}45 \sqrt{\frac{720}{0{,}15}} = 238 \text{ mm}$$

Adoptaremos a altura arbitrada de 300 mm, para que a perna tenha um ressalto de alguns centímetros sôbre os degraus.

Secção das armaduras de flexão:

$$\omega = B \frac{M}{h_{th}}$$

$$= 95{,}60 \frac{720}{300 - 30} = 255 \text{ mm}^2$$

Empregaremos 2 varões de ø 14 mm com uma secção total de 308 mm², que serão prolongados de um extremo ao outro da perna. Na parte superior desta colocaremos igualmente 2 varões de ø 14 mm, com o fim de resistirem aos momentos de encastramento que se possam produzir e também para assegurarem a fixação das estribos.

*Verificação da resistência ao esfôrço transverso.*

A tensão de trabalho do betão ao escorregamento longitudinal é dada pela expressão (35):

$$\sigma = \frac{T}{a\,b}$$

Ora:

$$T = \frac{\frac{P}{2} \cos \alpha}{2}$$

$$= \frac{2175 \times 0{,}77}{2} = 840 \text{ kgs}$$

$$a = 15 \text{ cm}$$

$$b = 0{,}75 \times 30 = 22{,}5 \text{ cm}$$

donde:

$$\sigma = \frac{840}{15 \times 22{,}5} = 2{,}50 < 4 \text{ kg/cm}^2$$

Teòricamente não são necessários estribos, no entanto colocaremos alguns estribos de dois ramos de ø 6 mm, espaçados de 15 cm aproximadamente.

## Cálculo da lage do patim

| | | |
|---|---|---|
| Pêso próprio: 0,08 × 2500 = | | 200 kgs/m² |
| Revestimento | | 40 » |
| Teto | | 30 » |
| Sobrecarga | | 500 » |
| | Total | 770 kgs/m² |

Momento flector máximo:

$$M = \frac{p\,l^2}{8} = \frac{720 \times 1{,}4^2}{8}$$

$$= 190 \text{ kgm}$$

Altura teórica ou útil:

$$e_{th} = A \sqrt{190}$$

$$= 3{,}45 \sqrt{190} = 48 \text{ mm}$$

Adoptaremos a altura total de 8 cm.

Secção das armaduras de flexão:

$$\omega = 95{,}60 \frac{190}{80 - 20} = 302 \text{ mm}^2$$

Empregaremos 7 ø de 8 mm por metro corrente, com uma secção total de 351 mm². Nos apoios empregaremos igualmente como armadura de encastramento o mesmo número de varões, mas de 6 mm de ø.

## Cálculo da viga do patim

Carga por metro corrente transmitida pela lage: $770 \times \frac{1{,}40}{2} = 540$ kgs

Pêso próprio da viga: 0,40 × × 0,20 × 2500 = 200 kgs

Revestimento da viga: 0,50 × 40 = 20 kgs

Total: 760 kgs/m

Por outro lado as pernas transmitem uma carga concentrada e igual a:

$$\frac{2175}{2} = 1087 \text{ kgs}$$

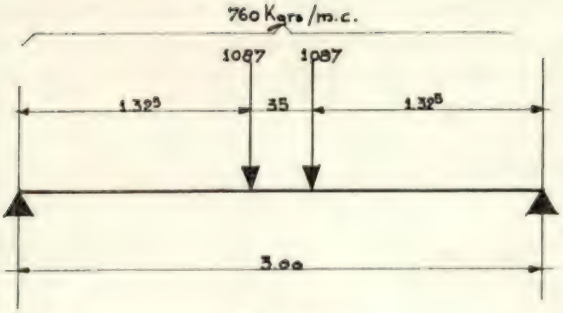



Fig. 92

O momento flector máximo terá lugar a meio da viga, atingindo o seguinte valor:

$$M = \frac{760 \times 3^2}{8} + 1087 \times 1{,}325$$

$$= 855 + 1435 = 2290 \text{ kgs}$$

Altura útil ou teórica:

$$h_{th} = A \sqrt{\frac{2290}{0{,}20}}$$

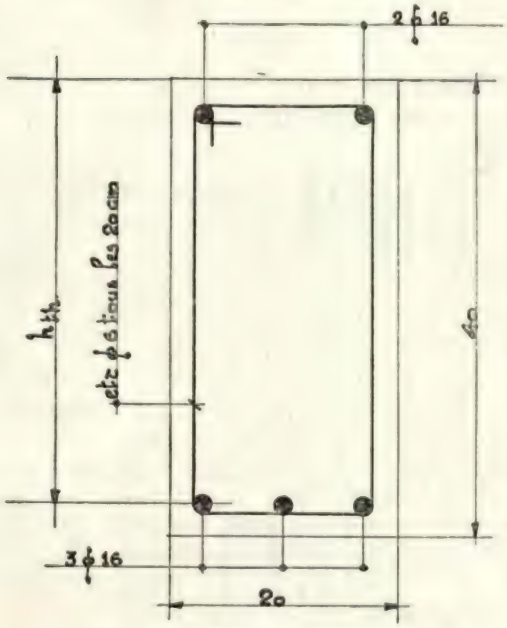



Fig. 93

$A = 3{,}45$ para $n = 50$ kg cm² e $t = 12$ kg/mm² (Tabela I) donde:

$$h_{th} = 3{,}45 \sqrt{\frac{2290}{0{,}20}} = 370^{mm}$$

Adoptaremos a altura total arbitrada ou seja $400^{mm}$.

Secção das armaduras de flexão:

$$\omega = 95{,}6 \frac{2290}{370} = 590^{mm^2}$$

Empregaremos 3 varões de $\phi$ $16^{mm}$, com uma secção total de $603^{mm^2}$ e prolongaremos estas armaduras de um extremo ao outro da viga; como armadura de encastramento empregaremos 2 varões de $16^{mm}$ de diâmetro, que servirão para assegurar a fixação dos estribos.

*Observação:* No cálculo da viga poderíamos ter entrado com a lage como elemento de resistência à compressão. Obteríamos assim uma altura mais pequena, mas o cálculo seria mais moroso.

*Verificação da resistência ao esfôrço transverso*

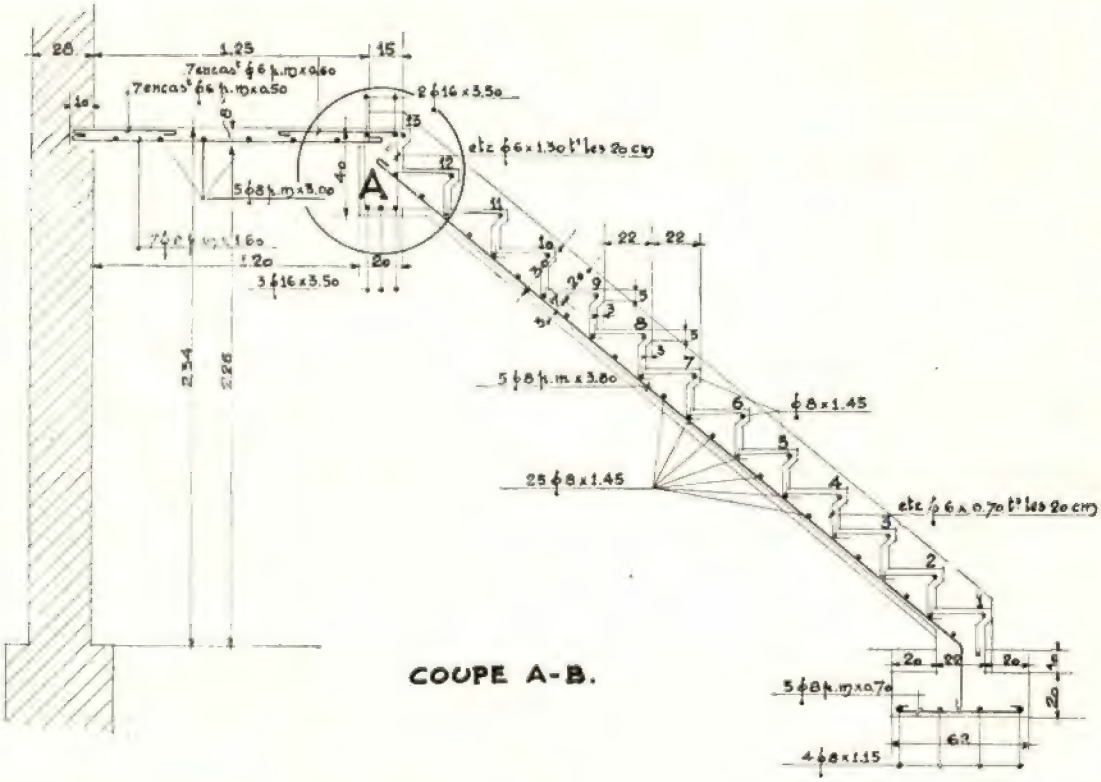
$$\tau = \frac{T}{a\ b}$$

$$= \frac{1087 + 760 \times 1{,}5}{20 \times \frac{3}{4} \times 40}$$

$$= 3{,}7 \text{ kg } 5 \text{ cm}^2 < 4 \text{ kg/cm}^2$$

Empregaremos no entanto alguns estribos de $\phi$ $6^{mm}$, espaçados de $20^{cm}$, aproximadamente.

Os pormenores das armaduras estão representados nas figs. 94 e 95.



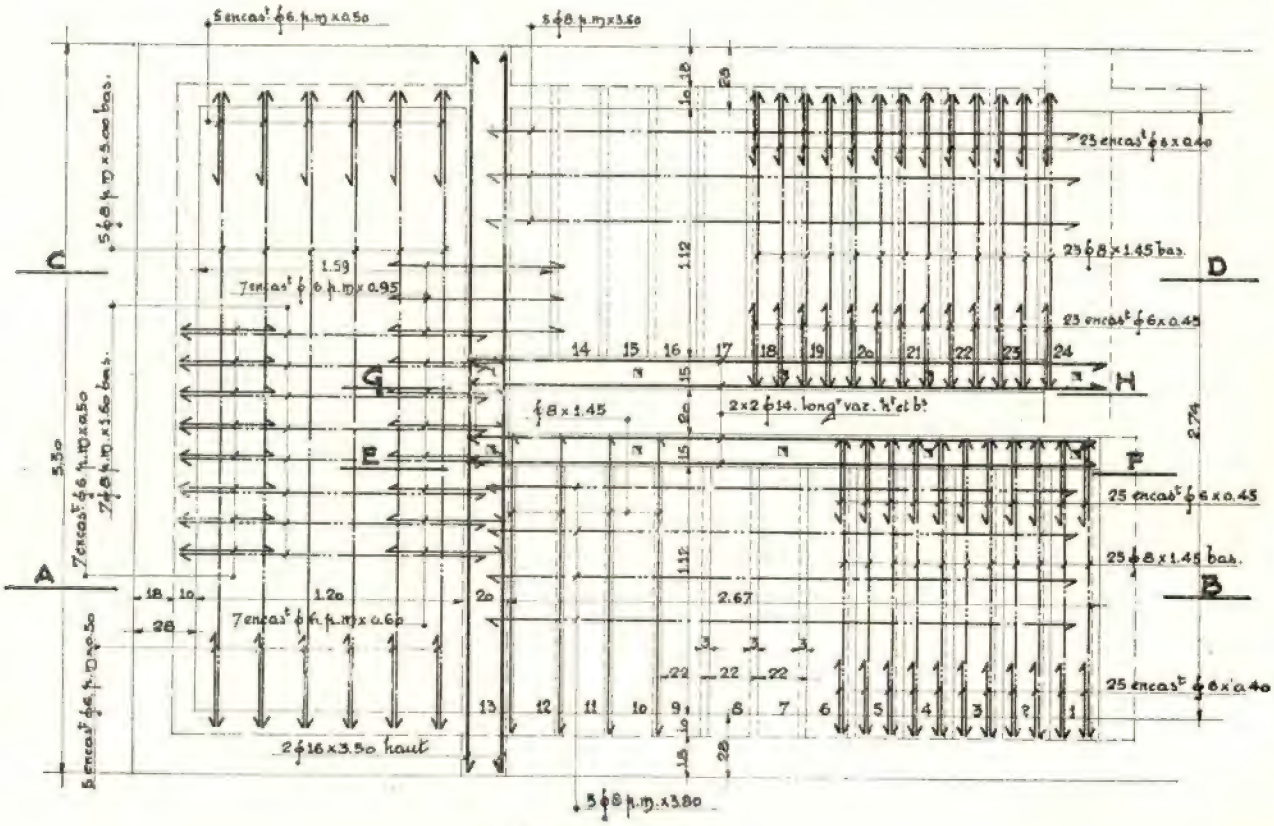




Fig. 94

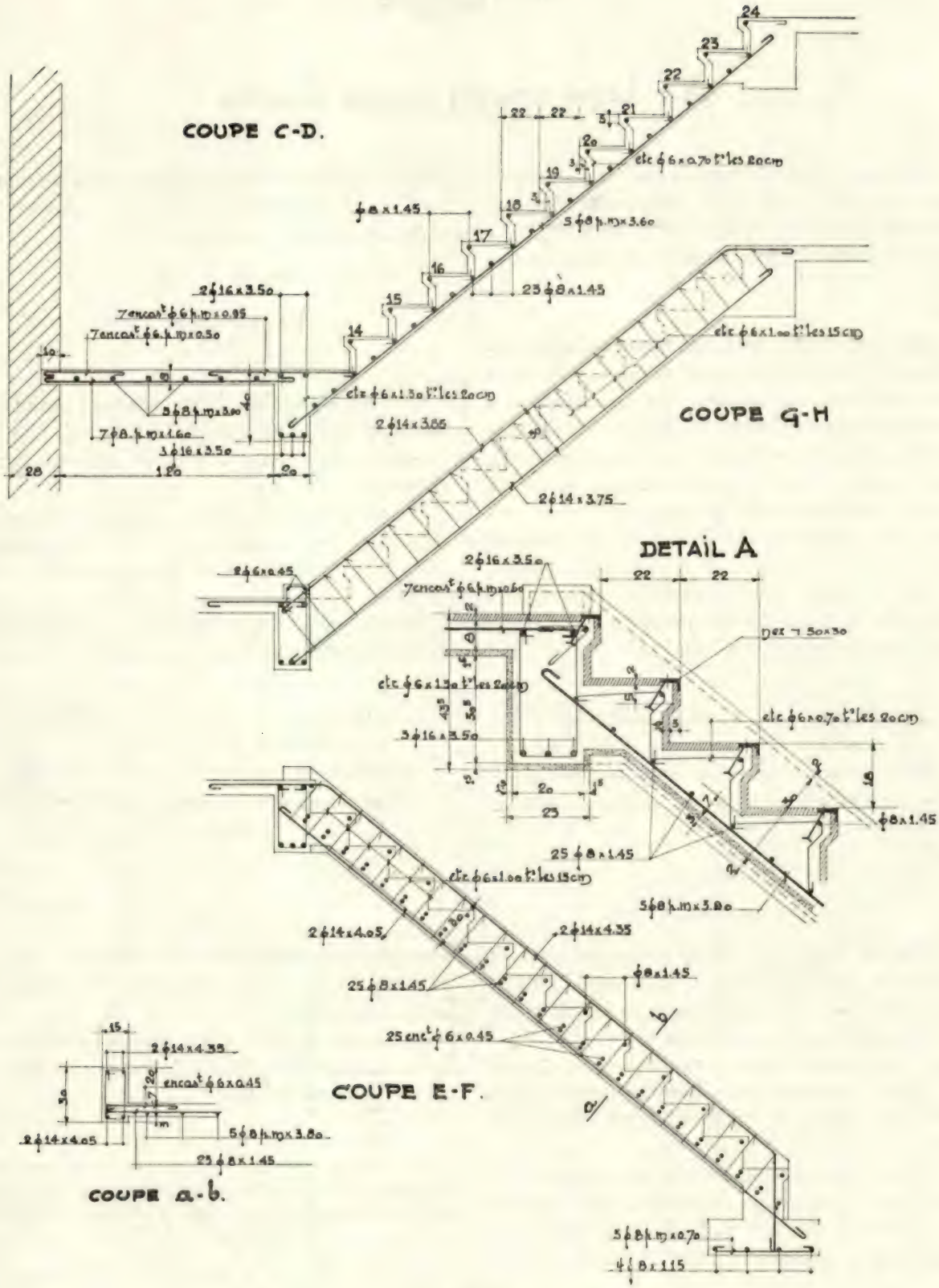



Fig. 95

# 4—Lages

## A — Lages armadas em uma direcção

Uma lage de vão l, armada em uma direcção, e submetida a uma carga uniformemente distribuída, por metro quadrado, p, está sujeita a um momento flector, a meio do vão, igual a $\frac{p\,l^2}{8}$

Esta expressão aplica-se tanto às lages encastradas em paredes, como apoiadas em vigas de bordadura; no entanto, na vizinhança dos apoios devem-se prever, como medida de precaução, algumas armaduras de encastramento, tendo como secção metade ou um terço da secção das armaduras de flexão, com um mínimo de 4 ø 6 mm por metro. O seu comprimento deve ser igual a um quinto do vão, quando a lage está encastrada na alvenaria (fig. 96), e a um oitavo quando está apoiada em vigas de bordadura (fig. 97).

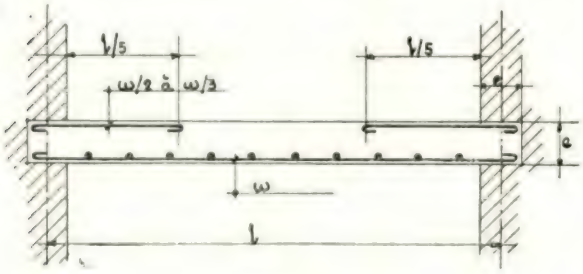



Fig. 96

Para as lages apoiadas sôbre paredes de alvenaria deve-se tomar o vão l igual ao vão real aumentado de espessura e da lage. (1) Em nenhum caso o vão adoptado deverá ser superior à distância entre eixos dos apoios; para as lages apoiadas em vigas de bordadura o vão l será igual à distância entre eixos das vigas.

A parte da lage encastrada na alvenaria deverá ser igual à sua espessura, com um mínimo de 8 cm. (Para o R. B. A. 7 cm, segundo o artigo 29.º). A altura útil das lages e a secção das armaduras de flexão determinam-se com o auxílio das expressões (16) e (17) relativas às vigas de secção rectangular: (2)

$$e_{th} = A\sqrt{M}$$

$$\omega = B\,\frac{M}{e_{th}}$$

Os cálculos são estabelecidos para uma faixa de lage com um metro de largura, não se tomando em conta a aderência com as faixas vizinhas.

Geralmente, a espessura das lages fica compreendida entre 1/20 e 1/30 do vão; para o cálculo do pêso próprio pode-se tomar 1/25 do vão.

As distâncias das armaduras às paredes das cofragens devem ser, pelo menos, de 15 a 20 mm,

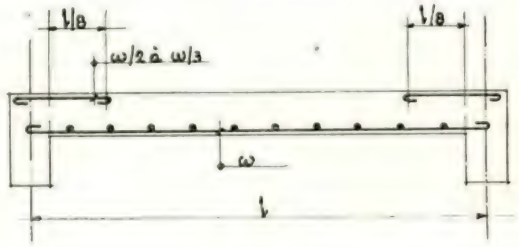



Fig. 97

salvo para as armaduras de diâmetro inferior a 10 mm; neste caso uma distância de 10 mm será suficiente. (3)

A distância entre eixos das armaduras não deve ultrapassar o dôbro da espessura da lage nem o máximo de 25 cm (4).

(1) Artigo 26.º do R. B. A. (N. T.)

(2) O artigo 26.º já citado, prescreve a espessura mínima (7 cm) admitindo que se pode descer a 5 cm para as lages destinadas a reparação e limpeza, bem como os valores mínimos da altura útil. (N. T.)

(3) Artigo 29.º do R. B. A. (N. T.)

(4) O artigo 29.º do R. B. A. indica que os intervalos entre varões na região dos momentos máximos não podem ser superiores a 1,5 a espessura da lage com o máximo de 15 cm. (N. T.)

As armaduras de flexão devem ter o diâmetro mínimo de $8^{mm}$ e as armaduras de encastramento $6^{mm}$. Em certos casos, podem-se suprimir metade das armaduras de flexão nos pontos onde deixam de ser necessárias, prolongando-se a outra metade de um extremo ao outro da lage. As armaduras suprimidas devem-se dispor para um e outro lado do meio da lage, com um comprimento igual a 0,74 l, ou seja 0,37 l para cada lado. A distância entre os eixos das armaduras que são prolongadas de um extremo ao outro da lage, não poderá exceder a fixada acima.

As armaduras de distribuïção colocam-se perpendicularmente às armaduras de flexão, adoptando-se para elas o mesmo diâmetro destas, mas dando-lhes afastamentos duas vezes maiores, com um máximo de $33^{cm}$. (1)

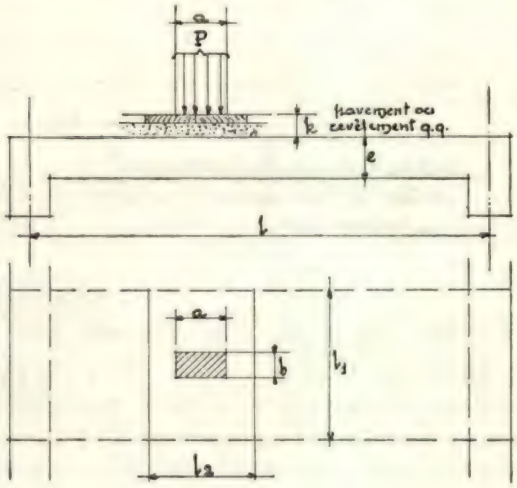



Fig. 98

*Caso particular — Lages submetidas à acção de cargas concentradas.*

Suponhamos (fig. 98) uma carga concentrada com uma superfície de apoio rectangular $a \times b$, em que a é considerada na direcção da armadura principal e b na direcção da armadura secundária, que actua sôbre a lage de vão l através uma camada intermédia de espessura k. Esta sobrecarga pode ser considerada como uniformemente distribuída sôbre uma superfície $l_1 \times l_2$ de lados $l_1$ e $l_2$, respectivamente paralelos a b e a.

A lage será calculada como uma viga de largura $l_1$ (Artigo 28.º do R. B. A.).

(1) Artigo 29.º do R. B. A. (N. T.)

a) *Cálculo da flexão*

No cálculo da flexão considera-se:

$$l_2 = a + 2k$$

$$l_1 = b + 2k \text{ ou } l_1 = \frac{2}{3} l$$

podendo escolher-se para $l_1$ o maior valor sujeito à condição:

$$l_1 \leq b + 2k + 2{,}0 \text{ (em metros)}$$

Estas expressões são igualmente aplicáveis quando seja $k = 0$.

A armadura de distribuïção ou secundária, deverá estar em relação com a armadura principal determinada, conforme a expressão:

$$0{,}10 + 0{,}1 \left[ l_1 - (b + 2k) \right]$$

na qual $l_1$, b e k são expressos em metros.

b) *Cálculo do esfôrço transverso*

Para o cálculo do esfôrço transverso tomar-se-á o mesmo valor de $l_2$ e o de $l_1$ será:

$$l_1 = b + 2K \text{ ou } l_1 = \frac{1}{3} l$$

podendo-se escolher o maior valor sujeito à condição:

$$l_1 \leq b + 2k + 1{,}0 \text{ (em metros)}$$

Para a sobrecarga junto ao apoio poder-se-á considerar:

$$l_1 = 5 \ e$$

em que e será a espessura da lage.

No caso de existirem várias sobrecargas concentradas e as larguras de distribuïção sejam superiores aos respectivos intervalos, admite-se como largura total de distribuïção a soma dos intervalos, aumentada do dôbro da espessura da camada que cobre a lage até à face inferior das sobrecargas.

## B — Lages armadas em cruz

As lages armadas em cruz e apoiadas, serão calculadas pela teoria da dupla flexão, isto é, supõe-se que a carga total p, por metro quadrado, se divide em duas partes $p_a$ e $p_b$ actuando respectivamente segundo os vãos a e b (fig. 99):

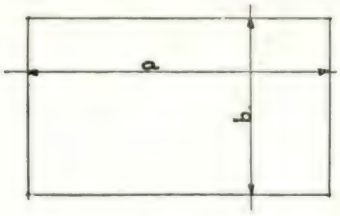



Fig. 99

$$p_a = p \frac{b^4}{a^4 + b^4}$$

$$p_b = p - p_a$$

O momento flector a meio da lage terá o valor: (1)

no sentido a:

$$M_a = \frac{p_a a^2}{8}$$

no sentido b:

$$M_b = \frac{p_b b^2}{8}$$

O maior dos dois momentos servirá para determinar a espessura da lage.

Suponhamos que $M_b > M_a$

A altura útil da lage será obtida a partir da expressão (16) relativa às vigas de secção rectangular:

$$e_{th} = A \sqrt{M_b}$$

Secção das armaduras por metro linear dirigidas na sentido b:

$$\omega_b = \frac{M_b}{e_{th}}$$

Para o cálculo das armaduras dirigidas no sentido a, torna-se necessário tomar a altura útil e' (fig. 100):

$$\omega_a = B' \frac{M_a}{e'}$$

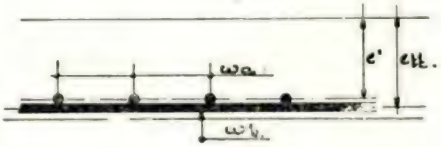



Fig. 100

O coeficiente B' não tem o mesmo valor do que figura na expressão que dá $\omega_b$ porque a tensão de compressão do betão no sentido a é inferior à tensão de compressão no sentido b. Para calcular o valor exacto de B' procederemos da maneira seguinte:

podemos escrever:

$$e' = A' \sqrt{M_a}$$

donde:

$$A' = \frac{e'}{\sqrt{M_a}}$$

Conhecendo o valor de A', podemos achar, por interpolação na Tabela I, o valor de B' correspondente.

Podemos para simplificar considerar para B' o mesmo valor do que para B; neste caso cometemos um êrro, por excesso, de algumas centésimas.

Para as vigas que suportam estas lages determina-se a carga que elas recebem admitindo

(1) O artigo 31.° do R. B. A. prescreve que os momentos flectores $M_a$ e $M_b$ serão multiplicados por coeficientes de redução n que dependem da relação $\alpha = \frac{a}{b}$ e das condições dos apoios.

Nas lages simplesmente apoiadas nos quatro lados e em que os cantos estão ligados aos apoios ou a lages contínuas: $n = 1 - \frac{5}{6} \frac{\alpha^2}{1 + \alpha^4}$

No caso de não existir ligação nos cantos, n será substituído por $\frac{1}{2}(1 + n)$.

O mesmo artigo indica igualmente o coeficiente e os momentos que se devem tomar no caso da lage ser encastrada nos quatro lados. (N. do T.)

que a carga p se divide em duas partes $p_a$ e $p_b$ actuando respectivamente segundo as direcções a e b e com o valor a seguir indicado. Vamos supor que para cada viga as cargas são uniformemente distribuídas. Quando o lado maior é superior ou igual a uma vez e meia o lado menor admite-se que as vigas que limitam os lados maiores recebem a totalidade das cargas. As vigas que limitam os lados menores serão apesar disso calculadas para uma carga uniformemente distribuída igual no mínimo a p . S, em que S representa a superfície do triângulo isósceles construído sôbre o lado menor, fazendo os lados iguais um ângulo de 90°. (1)

Quando o comprimento duma lage fôr superior a uma vez e meia a sua largura, supõe-se que a totalidade da carga é suportada no sentido da menor dimensão. As armaduras do vão maior não poderão, em caso algum, ser inferiores a metade da secção das armaduras do vão menor e a sua distância entre eixos não poderá ultrapassar 20 cm. (2)

---

(1) O artigo 31.° do R. B. A., no seu parágrafo único, prescreve que as reacções dos apoios poderão ser consideradas como uniformemente distribuídas, mas sujeitas aos valores mínimos: q $A_1$ e q $A_2$ em que $A_1$ é a área de um dos triângulos isósceles construídos sôbre o lado menor, com linhas a 45° sôbre os lados do rectângulo, e $A_2$ a área de um dos trapézios isósceles que completam o rectângulo e têm como bases o lado maior e a linha mediana que reúne os vértices dos dois triângulos. (N. do T.)

(2) As prescrições belgas não estão de acôrdo, como já se viu, com o previsto nos artigos 29.° e 31.° do R. B. A. (N. do T.)

# 5 — Diferentes sistemas de lages nervuradas

Podem-se considerar dois sistemas de lages nervuradas: lages suportadas por uma série de vigas paralelas e lages suportadas por nervuras ortogonais.

## A — Lages suportadas por uma série de nervuras paralelas

Designaremos por:

$p_s$ — a sobrecarga por metro quadrado.

$p_m$ — o pêso próprio da lage por metro quadrado compreendendo eventualmente o pavimento, teto, etc.

p — a carga total por metro quadrado ($p_s + p_m$).

l — a distância entre eixos das nervuras.

### Sobrecargas

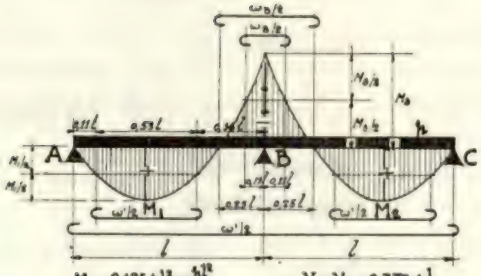
Os cálculos das sobrecargas uniformemente distribuídas dos edifícios, serão baseados nos seguintes valores minimos: (Artigo 13.º do R. B. A)

| | |
|---|---|
| Coberturas-terraços não acessíveis ao público . . . . . | 100 kg/m² |
| Casas de habitação . . . . . | 200 kg/m² |
| Escadas e corredores de casas de habitação, coberturas-terraços acessíveis ao público . . . . . | 250 kg/m² |
| Escritórios . . . . . | 300 kg/m² |
| Edifícios públicos, escolas, bancos, grandes armazens e garages destinadas a automóveis . . . . . | 400 kg/m² |
| Salas de reünião e de dansa, casas de espectáculo, tribunas, balcões e casas de habitação, escadas e corredores acessíveis ao público, arquivos e arrecadações de livros | 500 kg/m² |
| Garages públicas para automóveis, camiões ou camionetas com pêso até 3 000 kg . . . . . | 600 kg/m² |

Calculam-se geralmente as lages nervuradas para a hipótese da sobrecarga ocupar tôda a área do pavimento. Esta hipótese pode ser admitida quando a sobrecarga não é muito importante (300 kg/m²), como é o caso, por exemplo, de terraços, casas de habitação, escritórios, etc. Mas quando a sobrecarga é elevada é prudente supor que pode igualmente ocupar um ou mais vãos. Os vãos não carregados podem estar submetidos a momentos negativos que não podem ser desprezados.

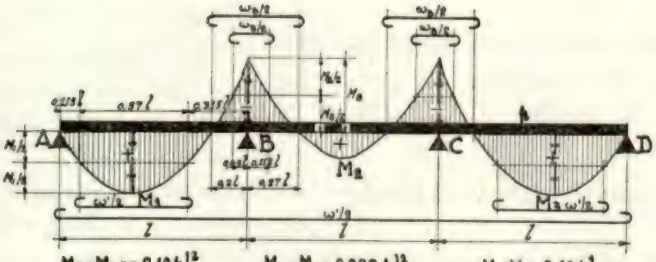
Por outro lado, os momentos flectores positivos nos diferentes vãos não atingem o seu máximo quando a lage se encontra completamente carregada, mas sòmente quando a sobrecarga ocupa todos os vãos pares, ou todos os vãos impares.

(1) Na edição original as sobrecargas indicadas são as do A. B. S. (prescrições belgas). (N. T.)



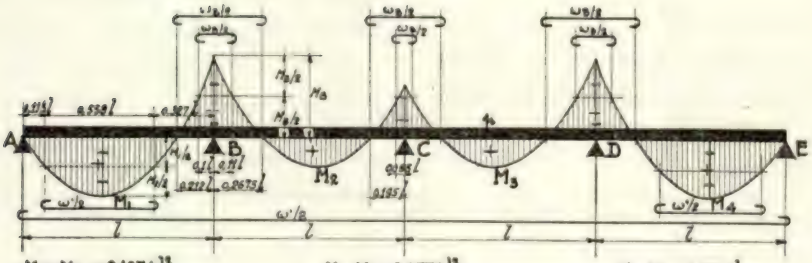

$M_B = 0.125\,pl^2 = -\frac{pl^2}{8}$ $\qquad$ $Y_A = Y_C = 0.375\,pl$

$M_1 = M_2 = 0.07\,pl^2$ $\qquad$ $Y_B = 1.25\,pl$




$M_B = M_C = -0.10\,pl^2$ $\qquad$ $M_1 = M_3 = 0.080\,pl^2$ $\qquad$ $Y_A = Y_D = 0.40\,pl$

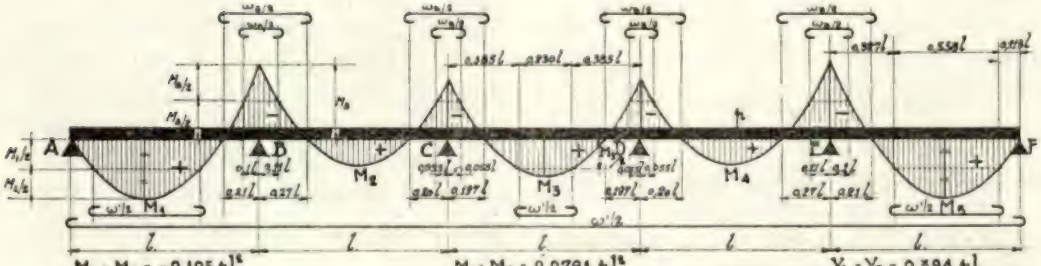
$M_2 = 0.025\,pl^2$ $\qquad$ $Y_B = Y_C = 1.1\,pl$




$M_B = M_D = -0.107\,pl^2$ $\qquad$ $M_1 = M_4 = 0.077\,pl^2$ $\qquad$ $Y_A = Y_E = 0.39\,pl$

$M_C = -0.0714\,pl^2$ $\qquad$ $M_2 = M_3 = 0.036\,pl^2$ $\qquad$ $Y_B = Y_D = 1.14\,pl$

$Y_C = 0.94\,pl$




$M_B = M_E = -0.105\,pl^2$ $\qquad$ $M_1 = M_5 = 0.0781\,pl^2$ $\qquad$ $Y_A = Y_F = 0.394\,pl$

$M_C = M_D = -0.079\,pl^2$ $\qquad$ $M_3 = 0.0462\,pl^2$ $\qquad$ $Y_B = Y_E = 1.131\,pl$

$M_2 = M_4 = 0.331\,pl^2$ $\qquad$ $Y_C = Y_D = 0.973\,pl$

Fig. 101

Vamos supor, que a sobrecarga ocupa tôda a extensão do pavimento (caso dos terraços, casas de habitação e escritórios, etc.).

Para o cálculo da lage consideraremos uma faixa de um metro de largura, que se apoia nas nervuras, sem tomarmos em conta a aderência com as faixas vizinhas. Teremos assim uma viga contínua de secção rectangular, com vários tramos. As nervuras serão consideradas como apoios livres.

O diagrama dos momentos flectores para as lages de dois, três, quatro e cinco vãos iguais, uniformemente carregadas, estão representados na fig. 101.

Comparando estes diferentes diagramas constata-se que o momento flector máximo se produz sempre na secção do segundo apoio e tem o seguinte valor:

$M_B = -\frac{p\,l^2}{8}$ para o caso de dois vãos iguais

$M_B = -\frac{p\,l^2}{10}$ (aproximadamente) no caso de três vãos ou mais [1].

Com êste momento negativo determina-se a altura útil ou teórica da lage, dada pela expressão (16):

$$e_{th} = A\sqrt{M}$$

Quanto aos momentos flectores positivos, constata-se que o seu valor é máximo próximo do meio do primeiro vão e atinge $M_1 = 0{,}07\ p\ l^2$ no caso de dois vãos iguais e $M_2 = 0{,}08\ p\ l^2$ no caso de três ou mais vãos.

A secção das armaduras de flexão, isto é das armaduras de resistência a meio da lage, é dada pela expressão (17).

$$\omega_1 = B\frac{M_1}{e_{th}}$$

A secção das armaduras de encastramento, isto é das armaduras de resistência sôbre os apoios intermédios deduz-se igualmente da expressão (17):

$$\omega_B = B\frac{M_B}{e_{th}}$$

Limitam-se geralmente as armaduras de flexão e de encastramento nas secções em que os momentos flectores diminuem para metade do valor para que são calculadas.

Para determinar, por exemplo, a secção em que se devem limitar metade das armaduras de flexão, basta dividir o momento positivo $M_1$ (fig. 101) em duas partes iguais e traçar uma horizontal pelo ponto de divisão. Esta horizontal corta o diagrama dos momentos flectores em pontos, que projectados sôbre o eixo da lage, determinam as secções em que se podem limitar metade das armaduras de flexão.

Os comprimentos a dar às armaduras de flexão e de encastramento, nas lages com dois, três, quatro e cinco vãos iguais, estão indicados na fig. 101.

Estes comprimentos são medidos de eixo a eixo dos ganchos; para obter o comprimento total de um varão, basta adicionar-lhes duas vezes o comprimento de um gancho desenvolvido. Além disso, torna-se necessário não esquecer de adicionar ao comprimento das armaduras de encastramento a largura das nervuras, pois a secção de encastramento encontra-se não no eixo das nervuras, mas sim na secção das suas faces laterais.

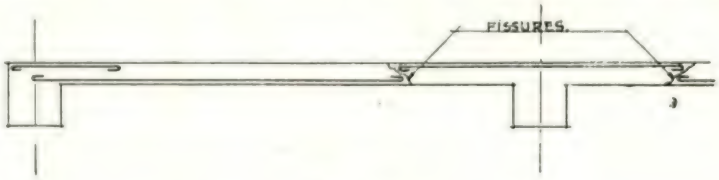



Fig. 102

Geralmente, prolongam-se de um extremo ao outro da lage metade das armaduras de flexão [2]. Estas armaduras servirão para equilibrar as tensões internas provocadas pela contracção, e pela variação de temperatura, e também para atender aos esforços transversos. A falta destas armaduras pode provocar fendas perigosas nas lages (fig. 102).

[1] O artigo 43.° do R. B. A. indica as expressões que podem ser adoptadas para a determinação dos momentos flectores em lages contínuas de dois ou mais vãos munidas ou não de esquadros de ligação (Ver nota na pág. 532). (N. do T.)

[2] O artigo 29.° do R. B. A. limita evidentemente esta disposição das prescrições belgas. (N. do T.)

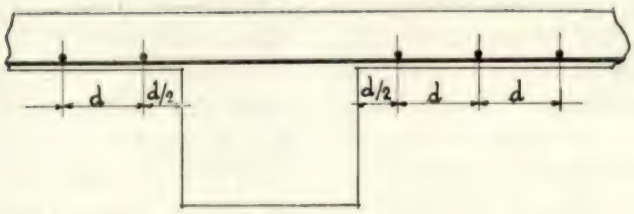



Fig. 103

Para equilibrar os momentos negativos, produzidos pela rigidez das vigas de bordadura, colocam-se algumas armaduras de encastramento sôbre estas, tendo como secção metade da das armaduras empregadas sôbre os apoios intermédios.

Deve-se ter em conta, que o emprêgo de varões diâmetros diferentes para as lages contínuas torna difícil a colocação das armaduras.

A distância entre eixos das armaduras não deverá ultrapassar o dôbro da espessura da lage, nem ser superior a 25 cm (1).

As distribuïções de 12, 10, 8, 6 e 4 varões por metro, são as mais correntes. Quatro varões por metro constituem um mínimo (2). Para se poderem limitar metade das armaduras de flexão, nos pontos em que deixam de ser necessárias, isto é, nos pontos em que os momentos flectores podem ser diminuidos de metade, é indispensável empregar pelo menos 8 varões por metro, senão os varões ficariam mais distantes do que o fixado (3). Por conseqüência, nesse caso torna-se necessário prolongar, de um extremo ao outro da lage, tôdas as armaduras.

Para as armaduras de encastramento o critério a adoptar é o mesmo.

A distância do primeiro varão da armadura da lage à face lateral da nervura (fig. 103), será igual a metade da distância entre dois varões consecutivos, devendo, no caso de se limitarem algumas das armaduras nos pontos em que deixam de ser necessárias, a que fica mais próxima da nervura ter o comprimento total.

Devem ser igualmente previstas armaduras de distribuïção, com o mesmo diâmetro das armaduras principais, mas distanciadas do dôbro, não se ultrapassando no entanto a distância máxima de $33^{cm}$ (4). Não se colocam geralmente armaduras de distribuïção sob as armaduras de encastramento.

Quando as armaduras a empregar forem superiores a 12 metros, torna-se necessário prever junções. Para as armaduras de flexão, devem dispor estas de modo a que fiquem sôbre as nervuras, ao passo que as das armaduras de encastramento se devem prever a meio dos tramos. As junções devem ser na medida do possível alternadas, de modo a evitar acumulação de ganchos no mesmo local, o que dificulta a betonagem.

As armaduras de flexão geralmente, terminam no eixo das vigas de bordadura, ao passo que as de encastramento, sôbre estas mesmas vigas, são prolongadas, tanto quanto possível, além do eixo.

Consideremos agora, o caso em que a sobrecarga pode ocupar um ou mais vãos. Como já indicámos os vãos não carregados ficam submetidos à acção de momentos negativos que são bastante importantes. Além disso, os máximos momentos positivos dão-se quando a sobrecarga ocupa todos os vãos pares ou todos os vãos ímpares.

Para determinar a curva envolvente dos momentos flectores máximos, positivos e negativos, devidos à sobrecarga, torna-se necessário traçar os diagramas dos momentos flectores correspondentes a tôdas as hipóteses que se podem fazer sôbre a posição da sobrecarga (um vão carregado, dois vãos carregados, os vãos ímpares carregados, etc.).

Bastará então, sobrepor todos estes diagramas e descrever a curva envolvente. Êste traçado é evidentemente muito laborioso, sobretudo quando o número de vãos é superior a

(1) A distância prescrita no artigo 29.° do R. B. A., entre eixos das armaduras não deve ser superior a 1,5 a espessura da lage, com o máximo de 15 cm. (N. do T.)

(2) O emprêgo de 4 a 6 varões por metro corrente de lage não é admitido pelo já citado artigo 29.° (N. do T.)

(3) Ver a nota (1). (N. do T.)

(4) O artigo 29.° do R. B. A., também indica o número e a secção dos varões que constituem a armadura de distribuïção (no mínimo 4 ø de $6^{mm}$). (N. do T.)

três. No caso por exemplo dum pavimento constituído por quatro vãos iguais, somos levados a examinar dez hipóteses de carga; no caso de cinco vãos o número de hipóteses será igual a dezóito.

Para simplificar a determinação desta curva envolvente, devem-se considerar sòmente, as posições da sobrecarga que determinam a meio dos diferentes vãos os máximos momentos positivos, bem como as que ocasionam os máximos momentos negativos. As diferentes posições da sobrecarga e os diagramas dos momentos flectores correspondentes, estão representados nas figs. 107, 109, 110, 112, 113, 114 e 115 (Tabelas XI e XII).

Pelo que diz respeito aos momentos negativos, nas secções dos apoios intermédios, aconselhamos para simplificar que se considera sòmente o caso em que a sobrecarga ocupa tôda a superfície do pavimento (figs. 106, 108, 111 e 114 — Tabelas XI e XII).

Comparando estes diferentes diagramas, verifica-se que o máximo momento negativo se produz sempre na secção que passa pelo segundo apoio, e tem como valor $0{,}125\ p_s\ l^2$, para o caso de dois vãos iguais, e $0{,}10\ p_s\ l^2$, para o caso de três ou mais vãos. Se tomarmos em consideração o pêso próprio, teríamos como momentos totais, respectivamente $0{,}125\ (p_m + p_s)\ l^2$ e $0{,}10\ (p_m + p_s)\ l^2$. É êste momento que servirá para determinar a espessura da lage, bem como a secção das armaduras de encastramento que se colocarão na face superior dos apoios intermédios.

Quanto aos momentos positivos, constata-se que o seu maior valor corresponde sensìvelmente ao meio do primeiro vão, e para o caso em que todos os vãos ímpares estão carregados. O seu valor é igual a $0{,}096\ p_s\ l^2$, para o caso de dois vãos iguais, e a $0{,}10\ p_s\ l^2$, para o caso de três ou mais vãos.

Se adicionarmos o momento devido ao pêso próprio teremos respectivamente $(0{,}07\ p_m\ l^2 + 0{,}096\ p_s\ l^2)$ e $(0{,}08\ p_m\ l^2 + 0{,}10\ p_s\ l^2)$. É êste momento que servirá para determinar a secção das armaduras de flexão.

Na fig. 104, está representado título indicativo a curva envolvente dos momentos flectores positivos e negativos de uma lage de três vãos iguais, com uma sobrecarga de 500 kg/m², que pode ocupar um ou mais vãos.

Como se pode verificar, o traçado desta curva envolvente é ainda bastante longo e por conseqüência pouco prático. As indicações existentes na Tabela X dispensarão o calculador do traçado desta curva.

A Tabela X permite calcular, num mínimo de tempo, todos os elementos de uma lage nervurada (altura útil, secção e comprimento das armaduras de flexão e encastramento) solicitada por uma sobrecarga, que pode ocupar um ou mais vãos. Êste Quadro foi estabelecido para dois e três vãos iguais, mas pode ser aplicado para o caso de quatro ou mais vãos. No caso de quatro vãos, bastará por exemplo, tomar o caso de três vãos e duplicar o vão central [1].

---

[1] Pelo artigo 43.º do R. B. A. nas lages contínuas de edifícios, com vãos iguais (ou com vãos desiguais se o menor não fôr inferior a 0,8 do maior) e para uma carga uniforme q, os momentos flectores poderão ser calculados pelas expressões seguintes:

*a*) Momentos positivos a meio dos vãos:

1.º No caso de haver esquadros de ligação das lages com apoios com um comprimento mínimo de 1 10 de 1 e uma altura mínima de 1/30 de 1 (sendo 1 o vão) os momentos serão:

Nos vãos extremos: $M = \frac{1}{12}\ q\ l^2$

Nos vãos intermédios: $M = \frac{1}{18}\ q\ l^2$

2.º Não havendo esquadros ou sendo estes inferiores aos mínimos fixados:

Nos vãos extremos: $M = \frac{1}{11}\ q\ l^2$

Nos vãos intermédios: $M = \frac{1}{15}\ q\ l^2$

*b*) Momentos nos apoios (para ambos os casos anteriores):

1.º Havendo só dois vãos, no apoio central:

$$M = -\frac{1}{8}\ q\ l^2$$

2.º Para três ou mais vãos:

No segundo e penúltimo apoios: $M = -\frac{1}{9}\ q\ l^2$

Nos apoios intermédios: $M = -\frac{1}{10}\ q\ l^2$

*c*) Momentos negativos a meio dos vãos:

$$M = -\frac{l^2}{24}\left(p - \frac{s}{2}\right)$$

em que p e s são respectivamente a carga permanente e a sobrecarga. (N. T.)

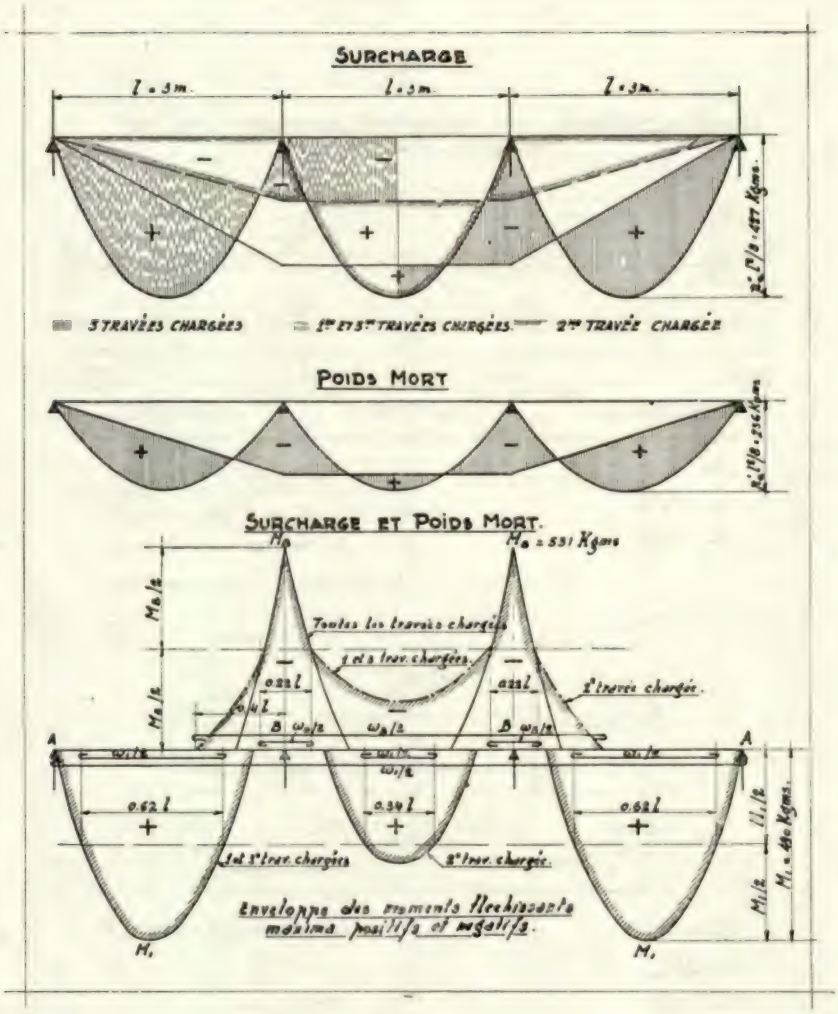
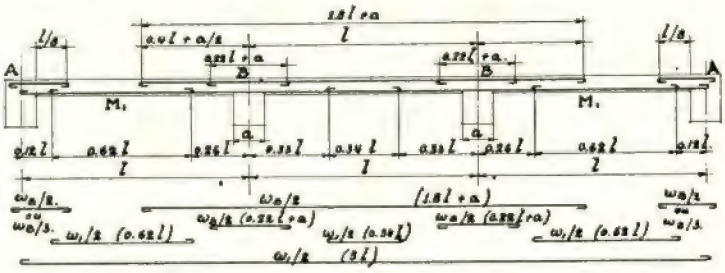

SURCHARGE
l = 5m.
l = 5m.
l = 5m.
3 TRAVÉES CHARGÉES
1re ET 3e TRAVÉES CHARGÉES
2e TRAVÉE CHARGÉE
POIDS MORT
SURCHARGE ET POIDS MORT.
Ho = 551 Kgms
Toutes les travées chargées
1 et 3 trav. chargées.
2e travée chargée.
0.22 l
0.62 l
0.34 l
1 et 3e trav. chargées
2e trav. chargée.
Enveloppe des moments fléchissants maxima positifs et négatifs.

Fig. 104

TABELA X

**HOURDIS NERVURÉS AVEC SURCHARGE OCCUPANT UNE OU PLUSIEURS TRAVÉES.**




$-M_0 = -0.10\, p\, l^2$

$e_{lk} = A\sqrt{M_0}$

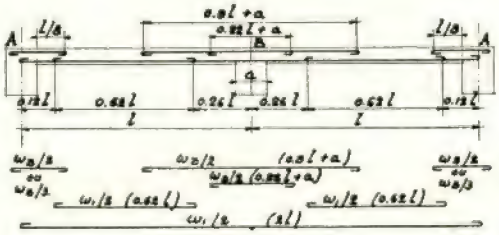
$\omega_0 = B\,\frac{M_0}{e_{lk}}$

$+M_1 = 0.10\, p_s\, l^2 + 0.08\, p_m\, l^2$

$\omega_1 = B\,\frac{M_1}{e_{lk}}$

$p = p_s + p_m$

$p_s$ = surcharge $p_m$ = poids mort




$-M_0 = 0.125\, p\, l^2$

$e_{lk} = A\sqrt{M_0}$

$\omega_0 = B\,\frac{M_0}{e_{lk}}$

$+M_1 = 0{,}086\, p_s\, l^2 + 0{,}07\, p_m\, l^2$

$\omega_1 = B\,\frac{M_1}{e_{lk}}$

$p = p_s + p_m$.

Fig. 105

# TABELA XI

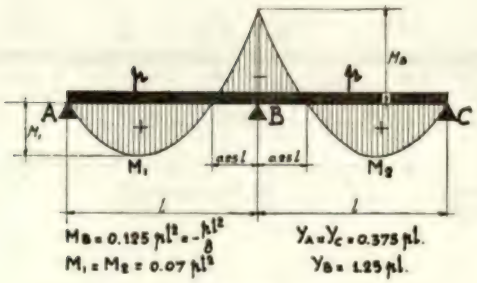



Fig. 106

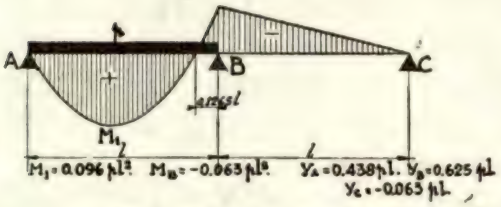



Fig. 107

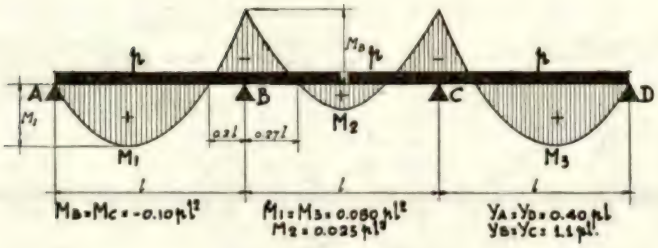



Fig. 108

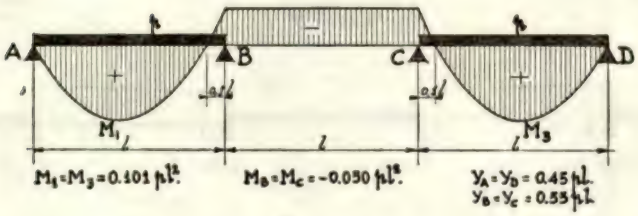



Fig. 109

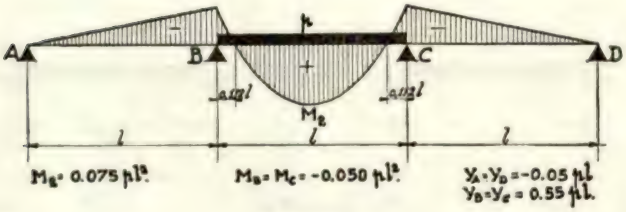
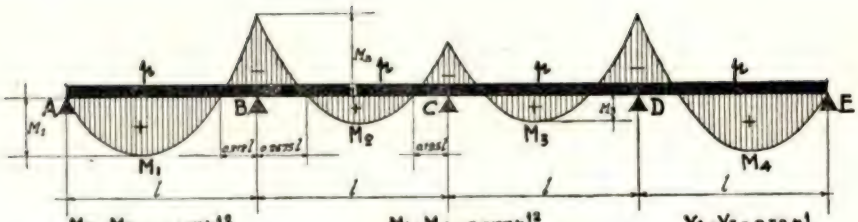



Fig. 110

# TABELA XII

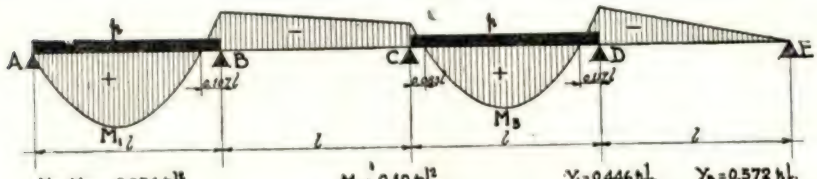



$M_D = M_D = -0.107\,pl^2$
$M_C = -0.0714\,pl^2$

$M_1 = M_4 = 0.077\,pl^2$
$M_2 = M_3 = 0.036\,pl^2$

$Y_A = Y_E = 0.39\,pl$
$Y_B = Y_D = 1.14\,pl$
$Y_C = 0.94\,pl$

Fig. 111




$M_B = M_D = -0.054\,pl^2$
$M_C = -0.036\,pl^2$

$M_1 = 0.10\,pl^2$
$M_3 = 0.081\,pl^2$

$Y_A = 0.446\,pl$ $Y_B = 0.572\,pl$
$Y_C = 0.47\,pl$ $Y_D = 0.572\,pl$
$Y_E = -0.054\,pl$

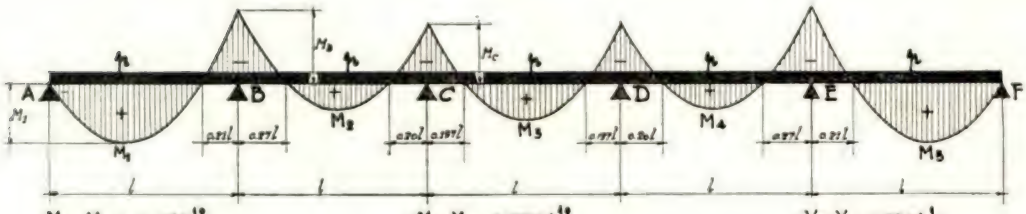
Fig. 112

$M_2 = M_3 = 0.056\,pl^2$

$M_B = M_D = -0.036\,pl^2$
$M_C = -0.107\,pl^2$

$Y_A = Y_E = -0.036\,pl$
$Y_B = Y_D = 0.465\,pl$
$Y_C = 1.142\,pl$

Fig. 113

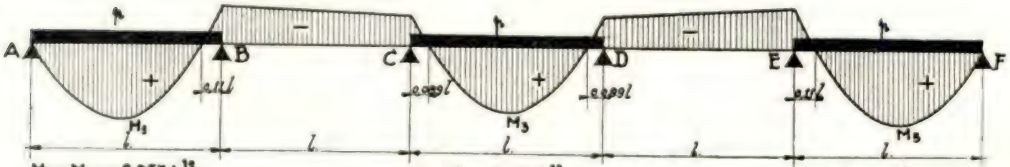



$M_B = M_E = -0.105\,pl^2$
$M_C = M_D = -0.079\,pl^2$

$M_1 = M_5 = 0.0781\,pl^2$
$M_3 = 0.0482\,pl^2$
$M_2 = M_4 = 0.331\,pl^2$

$Y_A = Y_F = 0.394\,pl$
$Y_B = Y_E = 1.131\,pl$
$Y_C = Y_D = 0.973\,pl$

Fig. 114

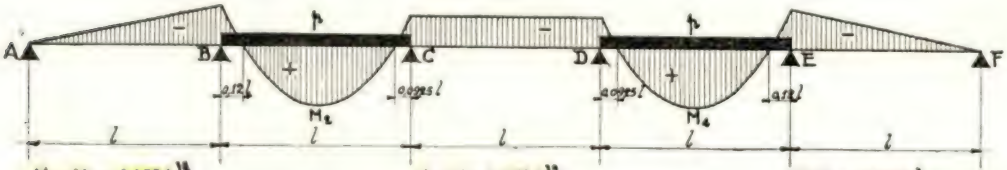



$M_B = M_E = -0.053\,pl^2$
$M_C = M_D = -0.040\,pl^2$

$M_1 = M_5 = 0.100\,pl^2$
$M_3 = 0.085\,pl^2$

$Y_A = Y_F = 0.447\,pl$
$Y_B = Y_E = 0.866\,pl$
$Y_C = Y_D = 0.487\,pl$

Fig. 115




$M_B = M_E = -0.053\,pl^2$
$M_C = M_D = -0.040\,pl^2$

$M_2 = M_4 = 0.078\,pl^2$

$Y_A = Y_F = -0.053\,pl$
$Y_B = Y_E = 0.566\,pl$
$Y_C = Y_D = 0.487\,pl$

Fig. 116

Os pavimentos, com nervuras, mais económicos são aqueles em que a espessura da lage está compreendida entre 8 e $10^{cm}$. Convém portanto, na medida do possível, não exagerar a distância entre nervuras. Como a espessura da lage deve ficar compreendida entre 1/25 e 1/30 do vão, resulta que o afastamento mais económico das nervuras deve ficar entre $8 \times 25 = 2^{m},00$ e $10 \times 30 = 3^{m},00$.

Para o cálculo do pêso próprio da nervura toma-se, como primeira aproximação, uma altura total compreendida entre 1/10 e 1/15 do vão.

Como já dissemos, no cálculo das nervuras podemos fazer intervir como elemento resistente à compressão, uma largura de lage (fig. 117) igual ao menor dos seguintes valores: (1)

doze vezes a espessura da lage aumentada da largura da nervura: $(12\ e + a')$

metade do vão da nervura: $\left(\frac{L}{2}\right)$

a distância entre os meios da lage: (1)

tante da própria flexão da lage. As duas fadigas actuam segundo direcções ortogonais e são completamente independentes uma da outra.

Se a largura a' da nervura fôr imposta, a altura h' mais económica obtém-se aplicando a expressão (28):

$$h' = 0{,}34\sqrt{\frac{M}{a'}}$$

Se ao contrário se fixa a relação $\frac{a'}{h'}$, a altura h' será dada pela expressão (29):

$$h' = C'\sqrt[3]{M}$$

na qual C' representa como sabemos um factor numérico que depende da relação $\frac{a'}{h'}$.

A secção das armaduras de flexão é dada pela expressão (27):

$$\omega = \frac{M}{t\left(h - \frac{e}{2}\right)}$$

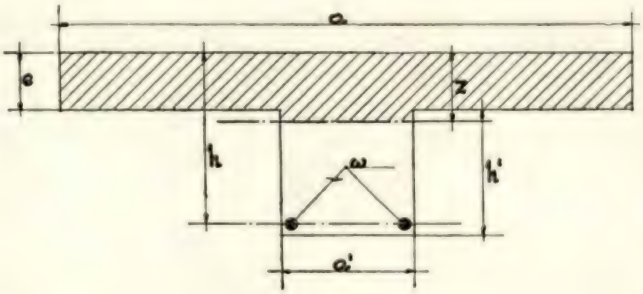



Fig. 117

No caso das vigas de bordadura os valores a considerar serão:

$$4{,}5\ e + a'\ ;\ \frac{L}{4}\ ;\ \frac{1}{2} + a'$$

Podemos fazer trabalhar esta parte da lage no limite de fadiga à compressão, sem nos preocuparmos com a fadiga suplementar resul-

(1) Como já se indicou, estes valores não são os prescritos na Bélgica e estão de acôrdo com os estipulados no R. B. A. no artigo 34.° (N. T.)

*Observações:*

1) As expressões acima indicadas não podem ser aplicadas senão quando a fibra neutra passa abaixo da face inferior da lage ($z > e$). A posição da fibra neutra é dada pela expressão (20) ou pela expressão simplificada, (21).

2) Se a fibra neutra passar acima da face inferior da lage ($z < e$), torna-se necessário calcular de novo todos os elementos da nervura, e considerá-la como uma secção rectangular de largura a e de altura útil h.

Como porém, estas expressões não tem em conta a tensão de compressão do betão, torna-se necessário verificar se esta tensão não ultrapassa o limite estabelecido, e eventualmente aumentar a altura h′ da nervura ou prever armaduras de compressão.

3) No caso de as nervuras serem apoiadas, o momento flector positivo é máximo, a meio do vão das nervuras. O seu valor depende da natureza dos apoios: as nervuras podem ligar-se a pilares de betão armado ou ser encastradas em paredes de alvenaria. No caso das nervuras se ligarem a pilares de betão armado podemos considerar o conjunto como um pórtico.

Os diagramas dos momentos flectores, para pórticos encastrados e articulados nas bases dos pés direitos, estão representados num anexo no fim dêste volume.

As nervuras encastradas em paredes de alvenaria devem ser consideradas como vigas simplesmente apoiadas; mas na vizinhança dos apoios, deve-se ter em conta um momento flector, cujo valor mínimo deve ser igual a um terço do momento flector considerado a meio da nervura.

*(Continua)*

# O APROVEITAMENTO DO RIO DNIEPER NA CENTRAL «DNIEPROSTROÏ»

## Apontamentos tirados de revistas

PELO ENG. (I. S. T.) CASTRO CABRITA

### 1 — Considerações preliminares

22 de Junho de 1941. O Exército Alemão atravessou a linha que separa o território polaco ocupado pela Alemanha, daquele que a U. R. S. S. ocupa então.

O Exército Russo opõe resistência ao inimigo, mas incapaz de agüentar o ímpeto, cede terreno e em breve se chega à fronteira da Rússia, começando assim, mais uma invasão dêste país.

Na sua retirada, que se faz passo a passo, os russos destroem tudo o que possa ser útil ao invasor: queimam-se as colheitas, reduzem-se a montões de sucata os centros industriais, arrasam-se aldeias, vilas e cidades.

O terreno é compartimentado por uma série de cursos de água que constituem outros tantos obstáculos ao avanço do invasor. Destroem-se as pontes e todos os meios que permitam a travessia dêsses rios, quando há tempo para o fazer.

Os alemãis aproximam-se do Dnieper, e — lògicamente — o Dnieprostroï é dinamitado.

Vai pelos ares a central hidro-eléctrica mais poderosa da Europa, que até 1936, data em que começou a exploração da central da barragem Boulder, foi a maior do Mundo. Esta última, por sua vez, já excedida pela da barragem Grand Coulee.

Agora, como já anteriormente se vira, na guerra de Espanha, com a destruïção de algumas obras hidráulicas da bacia do Tejo, que impediu o avanço mais rápido dos nacionalistas, e a ocupação, de surprêsa, que estes fizeram das centrais de Tremp, Camarasa e San Lorenzo, se põe em evidência aquele conceito de Salazar, que diz: «A rega é considerada magno problema de interêsse simultâneamente económico, social e militar, que, como nenhum outro, contribuïrá para a valorização do património nacional, para a criação da riqueza pública, para a absorpção do nosso excesso demográfico e para o desenvolvimento do comércio interno e externo do País».

Em nosso entender, quando se diz rega, diz-se não só o que ela cria em maior produção da terra, de que beneficiará tudo aquilo para que ela «contribue», mas faz-se também referência às obras levadas a cabo com êsse fim e das quais resulta o «interêsse económico e militar». E hoje, cada vez mais, o segundo implica o primeiro.

Foi por isso mesmo que o Dnieprostroï foi pelos ares.

A sua albufeira constituíu um obstáculo, ainda maior que o próprio Dnieper, ao estabelecimento, pelos alemãis, de testas de ponte na margem esquerda do rio, e, uma vez destruída a barragem, cortou-se uma ponte de passagem para aquela margem e criou-se uma vasta área inundada na planície a jusante, na zona Zaporozhe-Kherson.

Por outro lado, havia que inutilizar a central, se se queria deixar sem condições de laboração tôda a vasta região industrial da Ucrânia do sul, de que o aproveitamento do Dnieper constituía a fonte de energia.

O aniquilamento da barragem e da central do Dnieper constitue o mais brutal exemplo do que é a guerra total, e se os criadores do plano quiquenal russo se orgulhavam dessa magnífica obra de Engenharia, aqueles que a mandaram destruir podem sentir-se os detentores da maior prova de uma destruïção intencional, sem paralelo na História, que choca

Fig. 1 — Carta da região interessada

qualquer engenheiro, mas que se compreende em presença da necessidade de defesa da terra natal.

É oportuno, pois, e a muitos interessa pelas suas características técnicas, saber-se o que é o Dnieprostroï.

## 2 — Condições hidrográficas e hidrométricas do Dnieper

O Dnieper é o terceiro rio mais longo da Europa, com mais de 2.300 km de desenvolvimento, depois do Volga e do Danúbio que têm, respectivamente, 3.400 e 2.860.

Antes da criação da albufeira de Zaporozhe, era possível a navegação de Smolensk a Dniepropetrovks, e depois, desde Zaporozhe ao Mar Negro, havendo apenas um trôço de 90 km (entre Dniepropetrovks e Zaporozhe) onde uns bancos de rocha não davam calado bastante e originavam numerosos rápidos que só permitiam a navegação às madeiras que seguiam rio abaixo conduzidas por pilotos conhecedores dos seus fundos, mas mesmo assim só durante as cheias de primavera.

O Dnieper constituia antigamente um importante trôço da grande via comercial entre a Suécia e Constantinopla, que se conseguiu

pela construção de canais nas linhas divisórias de águas de afluentes do Dnieper (Pripet, Béresina, etc.), ligando a bacia dêste com as do Vístula, do Niemen, do Dvina e do Volga.

Depois do século XVIII, fizeram-se numerosas tentativas para se tornar navegável a zona dos rápidos, sem que isso se conseguisse, e era necessário tirar fora de água os barcos, e rebocá-los por terra, como o era em outros rios da mesma via enquanto se não construiram aqueles canais de ligação. Chegou-se a construir um canal lateral na zona dos rápidos, no qual se fêz custoso dispêndio de mão de obra, mas cujo declive médio, por ser igual ao do rio, tornava a descida tão perigosa como a do Dnieper.

A navegação do Dnieper, nos trôços das proximidades dos rápidos, livre de gelos, pode fazer-se em média durante 250 dias por ano.

A área total da bacia de recepção dêste rio é de 510.534 km², sendo de 440.300 até o perfil escolhido para localização da barragem, em Kichkas.

Existem registos de medição de caudais feitos com regularidade, durante 46 anos, a partir de 1877, em uma estação situada em Lotmanskaïa, a montante dos rápidos.

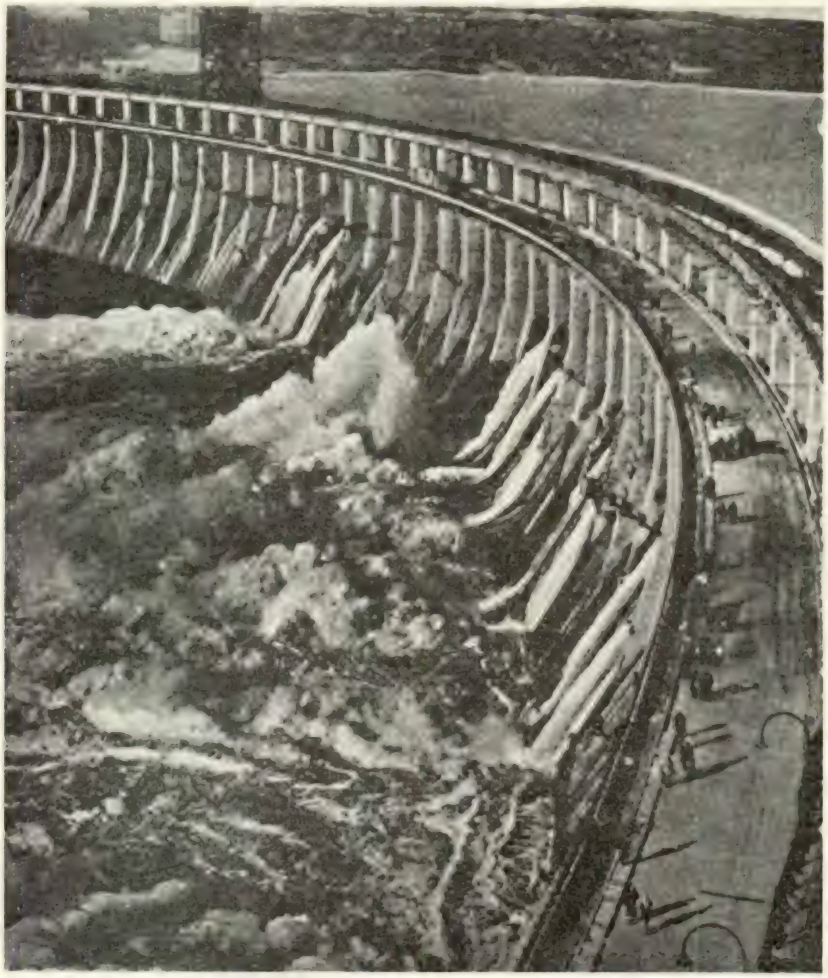


Fig. 2 — Vista geral da barragem

Dêsses registos se vê que o caudal do rio varia de 178 a 20.400 m³/seg; sendo o caudal médio anual igual a 1.265 m³/seg.

Na cheia extraordinária de 1931 excedeu-se,

mesmo, o valor máximo anterior, que se elevou para 23.645 $m^3$/seg.

Como, da estação hidrométrica de Lotmanskaïa até Kichkas, a área da bacia de recepção

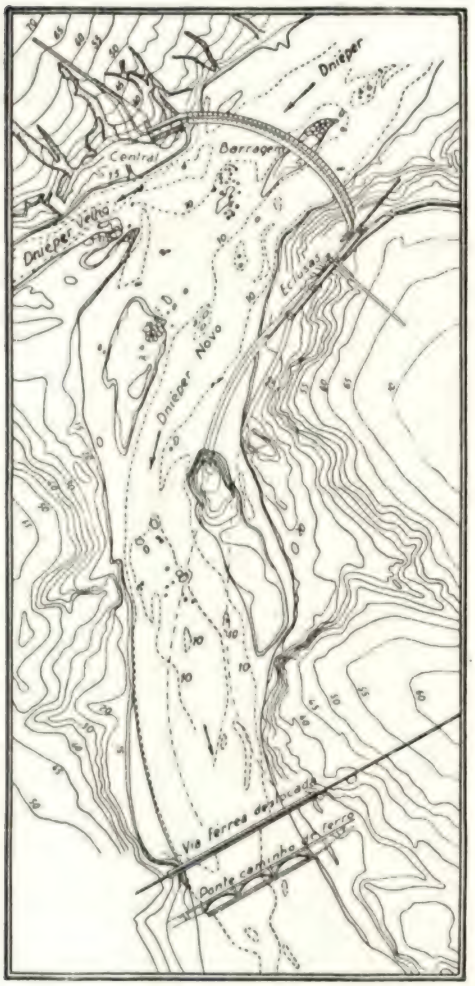



Fig. 3 — Esbôço topográfico do local

não chega a aumentar de um centésimo, conclue-se que o caudal específico de cheia anda por 0,054 $m^3$/seg/$km^2$.

## 3 — Projectos de aproveitamento do Dnieper

Desde o tempo de Catarina, a Grande (1773–1796), que se considerava a construção de um canal e eclusas para tornear o trôço não navegável dos rápidos. Prepararam-se mesmo planos para a levar a efeito, mas os trabalhos nunca se iniciaram.

A partir do comêço do século em que estamos, várias emprêsas particulares apresentaram projectos que tinham por objectivo principal a produção de energia eléctrica, e acessòriamente a navegação. Entrava-se assim em aspecto diferente daquele por que o problema era concebido nos fins do século XIX, em que apenas se atendia à navegação; e esta não podia suportar os encargos resultantes da construção de uma barragem para elevação do nível da água, e das eclusas indispensáveis, embora, durante a época em que os gelos não impedem a navegação, se pudesse esperar, nessa data, um tráfego anual de cêrca de 3 milhões de toneladas.

A electricidade pagaria a obra.

Todos os estudos previam duas centrais escalonadas em andares, solução adoptada também pelo professor Rosow, cujo projecto, aprovado em 1916, não pôde ser pôsto em execução e foi mais tarde (1920), depois da mudança de regime político na Rússia, submetido por ordem do Govêrno à apreciação do professor Alexandrov, que ao mesmo tempo recebeu a missão de, eventualmente, elaborar um outro projecto.

O professor Alexandrov apresentou então novo estudo (o décimo nono de 1900 para cá), e várias variantes, tôdas tendo por idéia directriz o alagamento dos rápidos, pela construção de uma barragem imediatamente abaixo do último rápido de jusante, pois logo depois o rio corre em planície.

O estudo geológico do leito levou a fixar o perfil definitivo a montante da ilha Hortiza, porque nesse local o Dnieper tinha largura suficiente para que uma barragem-descarregador pudesse deixar passar as mais fortes cheias, e porque, além disso, o facto de existirem duas ilhas que dividiam o rio em três braços devia facilitar a execução dos trabalhos.

Em 1925, depois de grande soma de trabalhos de campo e estudos de gabinete feitos por engenheiros russos sob a direcção do Prof. Alexandrov, ficou concluida a quinta variante de projecto por êle apresentado anteriormente. Nela se considerava a criação de uma albufeira de 3.000 milhões m. c., com a

construção de uma barragem no mesmo perfil adoptado no projecto.

Esta albufeira abastecia uma central com a potência instalada de 650.000 CV, ao mesmo tempo que, para montante, assegurava a navegação, até Dniepropetrovsk, com 4,$^{m}$20 de altura de água; de Dniepropetrovsk a Kiev e de Kiev a Varsóvia, com 2$^{m}$,10; e, enfim, no Dnieper superior até Smolensk, no Desna e no Bolva até Briansk, e também no Seïm, com 1$^{m}$,50; para jusante da barragem, assegurava-se uma altura de água de 5,00$^{m}$, de Porogi a Kerson, tomando anualmente da albufeira, um volume igual a 1.100 milhões de m. c.

projecto pelo govêrno, e dada a importância da obra, foi nomeada uma missão para visitar a Europa e os Estados-Unidos com o encargo de escolher uma firma para construir as obras do aproveitamento.

Pelo govêrno russo, foi então contratada a firma Hugh L. Cooper & Company, para apreciar o projecto e prestar informação sôbre a sua exeqüibilidade no ponto de vista de concepção e de economia.

A escolha desta firma provém do facto do seu engenheiro chefe, C.$^{el}$ H. L. Cooper, ter dirigido a construção da central hidro-eléctrica no Muscle Sholes, instalação comparável, pelas

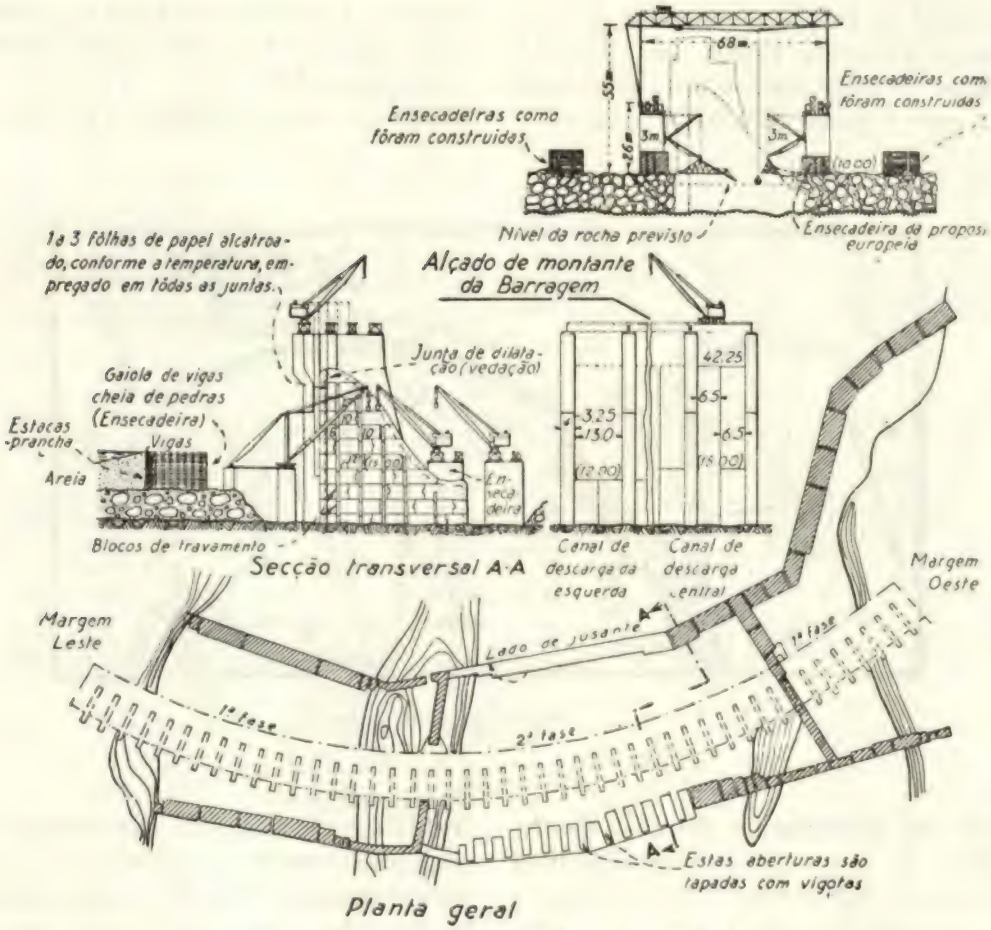



Fig. 4 — Planta geral do estaleiro e alçados

Assim se punha em comunicação o Mar Negro com o Báltico, e com Moscovo, neste caso, por se ter ligado o Dnieper ao Volga.

No princípio de 1926, depois de aprovado o

suas dimensões, à central Dnieprostroï. Mas, certamente, para ela contribuiu o facto de tempos atrás, mais justamente, ao rebentar a primeira Grande Guerra, um grupo de capita-

listas inglêses interessado no caso, ter chamado o C.el Cooper para examinar o local e fazer um relatório, o que, aliás, nunca chegou a suceder.

As investigações preliminares feitas pelo Eng. Cooper e pelos seus adjuntos, durante o verão de 1926, mostraram a viabilidade da obra; e depois de terem entregue o relatório, o govêrno russo contratou a firma americana para fiscalizar a construção.

Entretanto, uma firma europeia, consultada também — a Siemens Bauunion — apresentava uma proposta com um projecto e planos para a construção, de tal modo pormenorizada que, a-pesar-do contrato já feito com a do C.el Cooper, ela foi também contratada na qualidade de co-consultora.

Para escolha da proposta que, entre as duas, deveria ser a preferida, reüniu uma conferência de todos os engenheiros mais graduados e técnicos mais considerados da Rússia.

A proposta americana, beneficiando da prática de construções similares nos U. S. A., considerou a construção da barragem, tendo sempre em atenção a necessidade de dar vazão a caudal muito importante.

Previu-se a sua execução fazendo uma série de pegões paralelos que deixavam entre si intervalos de secção bastante para a passagem das cheias, intervalos que, posteriormente, seriam tapados.

Para abrir as fundações da barragem e erguer os pegões era indispensável trabalhar a sêco, e a proposta previu ensecadeiras de tipo especial, de gaiola de madeira, postas suficientemente afastadas a-fim-de deixar espaço para a implantação da barragem, visto se ignorar ainda o valor das escavações que seria necessário fazer, e elas terem de ser feitas ao abrigo das ensecadeiras.

Para a movimentação dos 12,5 milhões de

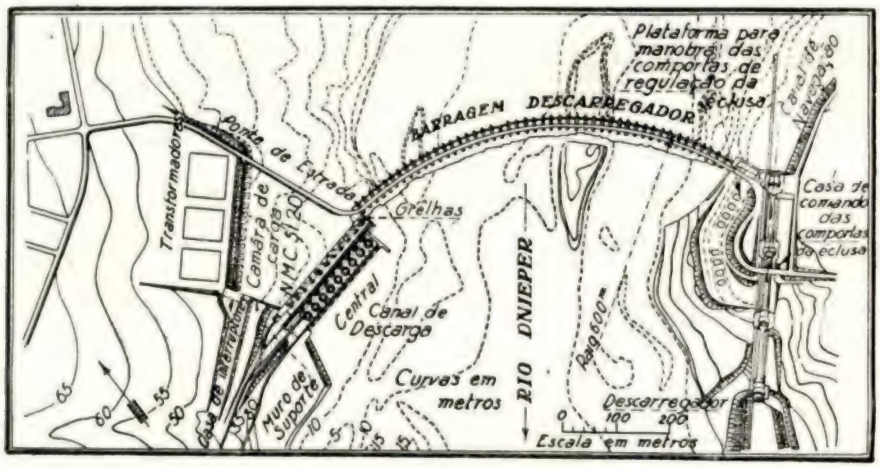



Fig. 5 — Planta geral das obras

Estava-se em presença de um caso absolutamente fora do normal, pois havia que lidar durante a construção com um caudal sem precedentes em trabalhos desta natureza. Além disso era, então, desconhecida a profundidade certa a que se encontrava a rocha sã para a fundação; apenas se sabia, pelos reconhecimentos feitos, que ela podia estar muito abaixo do leito normal do rio.

Eram bem distintas as características das propostas em presença:

toneladas de material que teriam de ser deslocados durante a construção, a proposta americana pôs de lado a utilização de equipamento complicado, atendendo a que o trabalho ia ser feito por trabalhadores russos, sem prática alguma de construções desta magnitude. Recorreu, por isso, aos meios mais simples, utilizando a via normal russa de 1m,524 de bitola, que o grande volume de materiais justificava e a que os trabalhadores estavam habituados.

Os combóios trabalhavam, tanto quanto possível, independentemente uns dos outros, para não haver interferências de serviço.

A proposta europeia deixava apenas um intervalo de $3^m,00$ entre as alvenarias da barragem e o paramento interior das ensecadeiras. Estas eram formadas por uma série de pequenos pilares amarrados ao fundo do rio (que admitiam ser rocha) por prumos constituídos por vigas H, encastradas em furos de 30 cm abertos na rocha. Os intervalos entre pilares eram tapados por comportas de vigotas que haviam de correr entre as abas dos prumos.

Considerava a mecanização integral do trabalho. As escavações para abertura das fundações da central e do canal de descarga, seriam movimentadas por uma ponte rolante de $140^m,00$ de vão, e tôdas as escavações da barragem, por 4 guindastes de um só cabo.

O caminho de ferro de serviço era de via estreita, e construído por uma rêde traçada de tal modo que, um descarrilamento, ou qualquer interrupção, iria encravar grande parte do sistema.

As duas propostas não podiam pois integrar-se, e os conselheiros técnicos do govêrno acordaram em que uma delas tinha de ser adoptada inteiramente.

A-pesar-de isso o govêrno resolveu optar pela solução de começar o trabalho em uma das margens do rio com a proposta americana, e na margem oposta com a europeia, até qualquer delas provar a sua vantagem sôbre a outra.

Os trabalhos iniciaram-se, de facto, na primavera de 1927, e antes de terminar o verão, o plano americano mostrou-se de melhores condições que o da outra proposta, ao mesmo tempo que ficava plenamente demonstrado que esta era impossível de executar. Decidiu-se então adoptar totalmente a americana.

## 4 — Descrição geral das obras

O leito do rio foi barrado por uma estrutura do tipo gravidade, tôda ela funcionando como barragem descarregador.

Era de planta curva, em arco de circunferência de $600^m,00$ de raio, terminando na margem direita no edifício da central, e na margem esquerda, na eclusa de navegação. O seu desenvolvimento total era de $760^m,50$.

O muro da câmara de carga da central tinha de comprimento $255^m,00$, e o eixo desta ficava sensìvelmente paralelo à margem do rio.

A eclusa de navegação era constituída por três câmaras, de $18^m,00 \times 120^m,00$ em outros

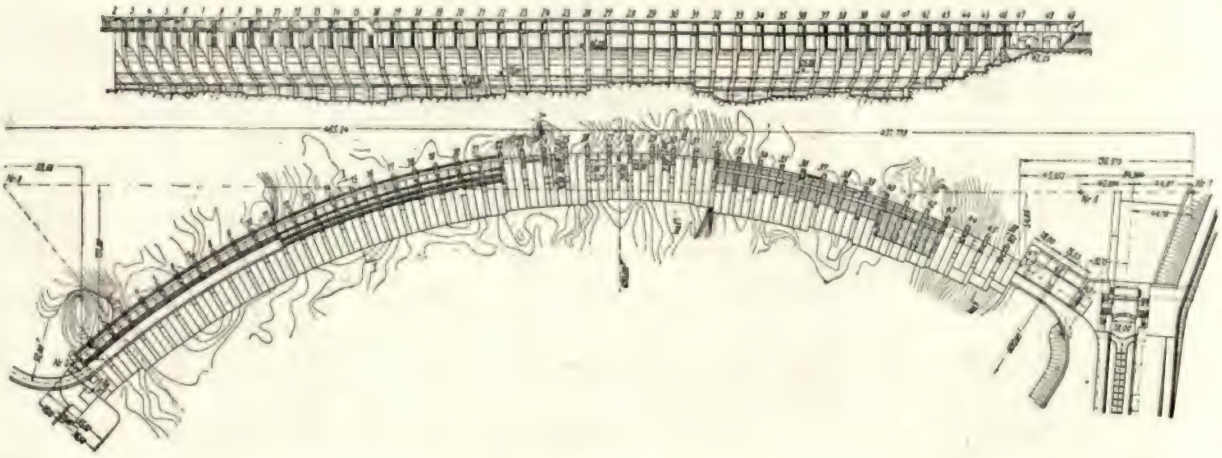


Fig. 6 — Planta e alçado da barragem

tantos andares, separados por um desnível de $12^m,50$ entre si.

Sôbre a barragem passava uma estrada — a que já antes se aludiu — que unia as duas margens; no extremo direito da barragem desviava-se da central e seguia em ponte por sôbre a albufeira até atingir a margem.

## 5 — Barragem

O muro da barragem, de $42^m,25$ de altura acima do leito, era de perfil Creager, terminando no pé de jusante por um paramento vertical, de $12^m,00$ de altura na secção máxima, com o qual o paramento inclinado se ligava por um arco de curva que permitia, em águas baixas, afastar a veia liquida da base do muro.

O coroamento era dividido em 47 portadas de $13^m,00$ de abertura, separadas por pegões de $3^m,25$ de espessura. Entre os pegões corriam comportas Stoney, de $9^m,70$ de altura, manobradas por um guindaste que se deslocava em cima de uma ponte de serviço corrida sôbre a crista dos pegões, à cota (60,50).

O desenvolvimento de descarregador de que assim se dispunha, igual a $611^m,00$, permitia a vazão de uma cheia de 29.000 $m^3$/seg., elevando-se o nível da água na albufeira à cota (51,20), à qual se mantinha em tempo normal pela manobra das comportas de duas descargas vizinhas da eclusa. Havia pois constantemente uma folga de $0^m,75$, medida entre o nível de pleno armazenamento (N. P. A.) — igual ao N. M. C. — e o nível superior das comportas.

E para aquelas condições de descarregador, em que a carga de água é igual a $8^m,95 = 51,20 - 42,25$, o coef. de vazão tem o valor $m = 0,40$.

A rocha de fundação da barragem é o granito, não havendo indicação de qualquer acidente que tenha originado complicações durante a construção.

Os estudos originais russos do perfil indicavam que a rocha se encontrava a pequena profundidade.

O reconhecimento do local feito em 1926 pelo C.el Cooper, apesar da existência da rocha à vista no extremo de jusante do trôço dos rápidos, levou-o a admitir, porém, que essa rocha não era mais do que blocos arrastados

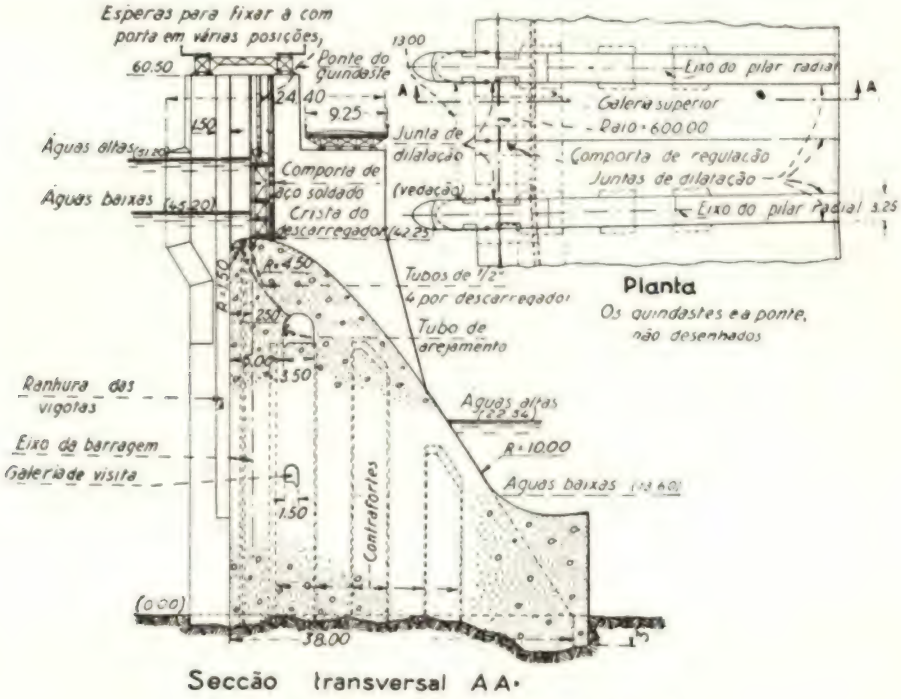



Fig. 7 — Perfil tipo da barragem e planta

dos rápidos, para jusante, mas de tal grandeza que só um reconhecimento por sondagens podia provar se eram ou não a rocha firme.

Foi por essa razão que se previram as ensecadeiras muito afastadas do perfil.

E as sondagens feitas durante a construção vieram a mostrar que a hipótese formulada pelo C.el Cooper era verdadeira, pois, em alguns pontos, não se encontrou rocha firme antes dos 15m,00 de profundidade.

Durante a primavera descem o rio grandes blocos de gêlo que, acumulando-se junto às comportas do descarregador, podiam comprometer o seu funcionamento. Para evitar que tal se desse, utilizavam-se descargas de ar comprimido, por saídas abertas ao longo da crista da barragem.

As características da barragem vão indicadas nos quadros que seguem:

As quantidades de trabalho previstas para o saneamento e para o formigão, excederam durante a construção os valores indicados.

## 6 — Central hidro-eléctrica

Na fixação da capacidade energética do aproveitamento foram considerados os seguintes factores de decisão:

*a*) Provável factor de carga que seria alcançado no uso da energia;
*b*) Custo da energia térmica na região;
*c*) Custo unitário da instalação hidro-eléctrica;
*d*) Uso da capacidade da albufeira, que atingia 1.104 milhões de m. c. para a faixa superior de 6m,00 de altura de água;
*e*) Utilização da energia produzida, a maior parte da qual o govêrno soviético destinava à indústria siderúrgica na vizinhança do local da central.

### Características da barragem

| | |
|---|---|
| Altura máxima da barragem acima do leito do rio | 42,25 m |
| Cota do N. P. A. = N. M. C. | (51,20) |
| Cota do nível superior das comportas | (51,95) |
| Folga | 0,75 m |
| Desenvolvimento da crista | 760,50 m |
| Comprimento da soleira do descarregador | 611,00 m |
| Carga de água sôbre o descarregador | 8,95 m |

### Quantidades de trabalho

| | Escavações para saneamento de terra e aluviões | Escavações para saneamento de rocha | Formigão |
|---|---|---|---|
| Corpo da barragem | 47.000 m³ | 129.000 m³ | 734.000 m³ |
| Central | 114.000 m³ | 147.000 m³ | 170.000 m3 |
| Eclusa | 451.000 m³ | 138.000 m³ | 112.000 m³ |
| | 612.000 m³ | 414.000 m³ | 1.016.000 m³ |

| | | |
|---|---|---|
| Ensecadeiras — volume de terra movimentada | | 2.000.000 m³ |
| Cortina de injecções | quantidade de cimento injectado | 608 ton |
| | comprimento de furos de sonda | 24.000 m |

O arranjo electro-mecânico da central era constituído, afora o grupo dos seus serviços privativos, por 9 grupos principais de uma potência unitária de 90.000 CV, para a queda

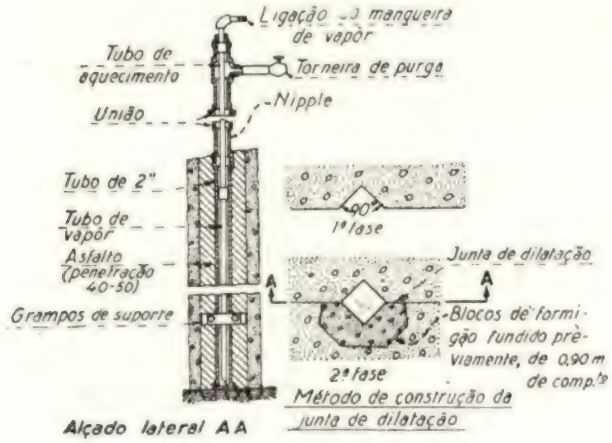



Fig. 8 — Juntas de dilatação

máxima de $37^m,50$ e uma abertura de 85 %, ou seja uma potência instalada de 810.000 CV, número que lhe dava o terceiro lugar entre as

pais são, respectivamente, de 150.000 CV e 115.000 CV).

A entrada e a carcaça das turbinas eram de chapa de aço, inteiramente embebidas no formigão, notando-se que se deixou um delgado espaço entre o formigão envolvente e a chapa da metade superior da carcaça, para permitir as deformações devidas às variações de pressão interna. Êsse espaço é criado revestindo a metade superior da carcaça com fêltro de 3/4" de espessura, antes de vazar o formigão.

O tubo de descarga, em cotovêlo, é construído no formigão das fundações das máquinas e revestido, o último, de chapa de aço no seu trôço superior.

O fabricante das turbinas garantiu o rendimento de 90,6 % entre 67.000 e 91.000 CV sob a queda geométrica de $35^m,50$ e uma velocidade de serviço de 88,2 r. p. m.

O caudal absorvido por cada turbina andava por 175 $m^3$/seg.

Os grupos levaram geradores de 62.000 kW,

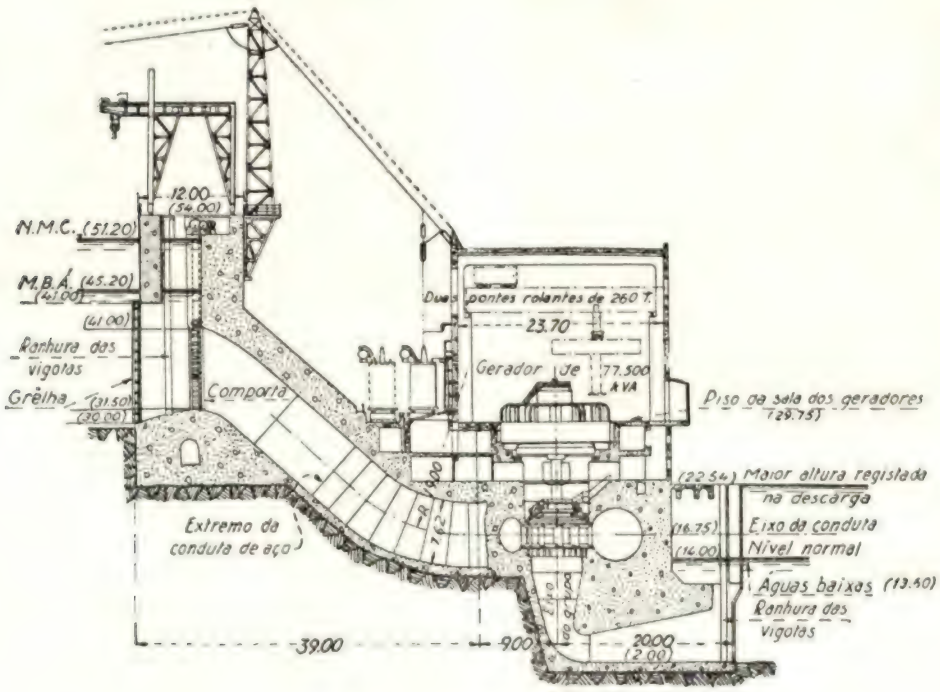



Fig. 9 — Corte da central

centrais de todo o Mundo, depois da Grand Coulee com 2.700.000 CV, e da Boulder com 1.835.000 CV. (Em estas, as unidades princi-

cada, sendo, dos primeiros seis instadados (1932), cinco americanos e um de fabrico russo. Eram os maiores construidos até então. Hoje,

os da Grand Coulee são de 105.000 kW, e os da Boulder, de 66.000 kW.

As nove turbinas foram tôdas de fabrico americano.

Eram Francis de tipo normal, de eixo vertical, desenvolvendo 84.000 CV sob a queda geométrica de $35^m,50$, e podendo desenvolver mais de 100.000 CV sob a queda máxima de $37^m,50$, trabalhando a 88,2 r. p. m.

Cada roca de turbina era de aço fundido feita em três partes sòlidamente ligadas entre si por anéis de aço metidos a quente, com as pás embebidas e aparafusadas em um cubo de aço fundido.

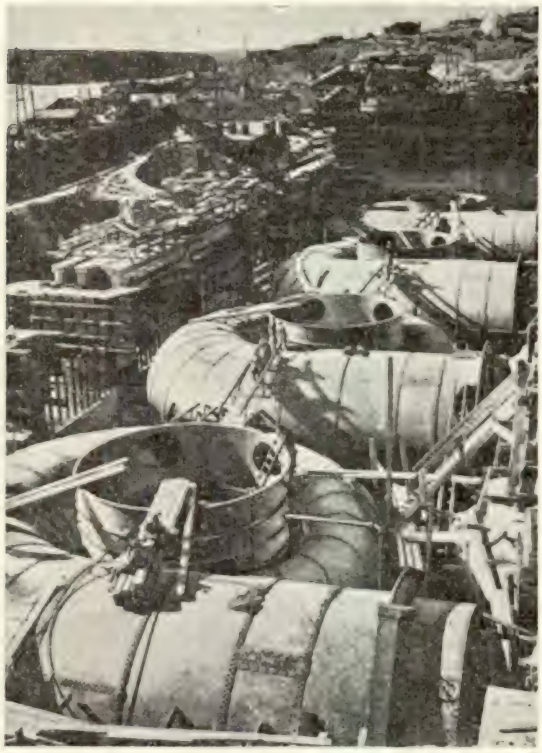


Fig. 10 — Estaleiro da central. Carcaças de turbinas

A roca pesava 160 ton. e o seu maior diâmetro era de $6^m,00$.

Directamente ligado a cada turbina estava um alternador, gerando a 13.800 V, de três fases, 50 ciclos, e da potência de 77.500 kVA com o cos $\varphi = 0,8$, a 60 graus centígrados de temperatura.

Os rendimentos garantidos dos geradores, para aquela potência e voltagem eram de 97,8 %, a plena carga, e 96,8 %, a meia carga.

A estrutura do alternador era de aço soldado, com chumaceira de apoio montada superiormente. Esta chumaceira era de mola, e calculada para suportar uma carga de 900 ton. que é quanto totalizava o pêso da roda polar do gerador, mais o do veio de $1^m,00$ de diâmetro e $17^m,50$ de comprimento, mais o da roca da turbina, e mais a reacção da água.

O edifício da central, cujo comprimento total atingia $231^m,00$, era de arquitectura de estilo americano para edifícios desta natureza, sendo a estrutura de aço e de formigão armado, do tipo projectado pelos engenheiros russos para as suas centrais. Havia duas pontes rolantes de 260 ton. que, trabalhando em conjunto, podiam deslocar qualquer das peças das máquinas, de que as mais pesadas eram as rodas polares completas, de pêso igual a 438 ton.

Fig. 11 — Sala dos alternadores

O muro de jusante da câmara de carga apresentava entradas de $22^m,00$ de vão para cada uma das turbinas principais, e uma de $11^m,00$, para a turbina privativa da central. As entradas eram dotadas de grelha; e para impedir a passagem dos gelos e dos corpos flutuantes para a câmara de carga, havia uma rêde ligada aos pilares da ponte da estrada da crista da barragem.

A produção anual de energia desta central, para os caudais indicados pelos registos anteriores era de $2\ 520.10^6$ kWh, dos quais

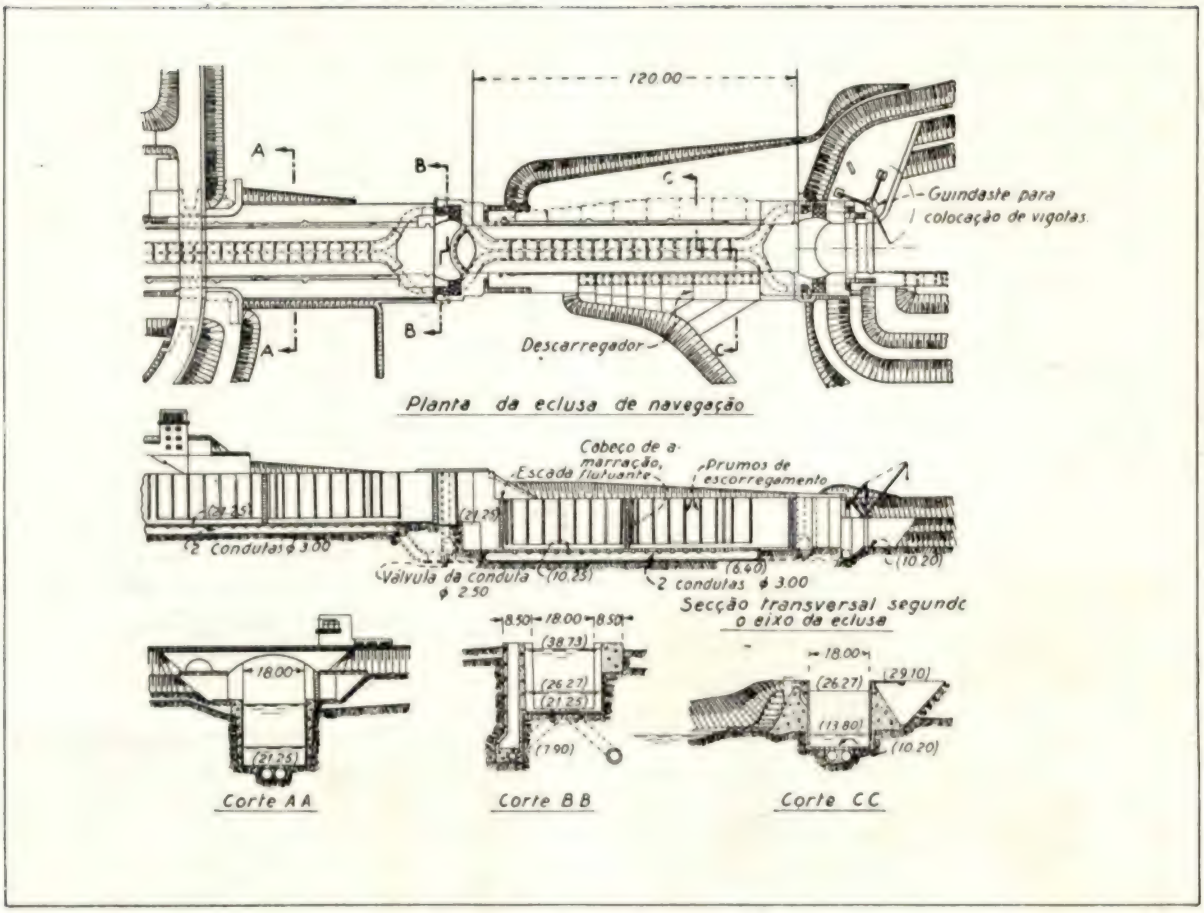



Fig. 12 – Eclusa de navegação

1 300 000 000 permanentes, e os restantes 1 220 000 000 seriam produzidos só em alguns anos, devendo por isso ser completados pela produção em central térmica que cobriria as falhas dos anos secos.

Assim se fêz do aproveitamento do Dnieper o centro de um vasto sistema industrial na Ucrânia meridional.

Como têrmo de comparação, note-se que a energia produzida na central da Grand Coulee atinge 8 100.10$^6$ kWh, e na Boulder, 4 330.10$^6$ kWh.

## 7 — Construção da obra

a) *Equipamento*

Aprovado o plano americano, os fabricantes dos U. S. A. foram convidados a fornecer todo o equipamento necessário, incluindo 30 gruas móveis a vapor, podendo levantar de 5 a 40 ton.; 4 escavadoras eléctricas de 3$^{m3}$,00, 6 escavadoras a vapor de 1$^{m3}$,50, e 1 a vapor, de via normal, de 2$^{m3}$,25; 71 vagons para a via russa de 1,524; 1500 ton. de estacas-pranchas de aço; 16 gruas fixas, algumas das quais de lança rígida, e outras de linga (derrick); muitas ferramentas para furos de sondagem; grande número de compressores e ferramentas pneumáticas; cujo custo totalizou 3.500.000 dólares.

Na escolha dêste material teve-se em vista a sua ulterior utilização na construção de outras obras.

Êste equipamento era tão robusto e tão bem delineado que suportou sem deterioração a aprendizagem de trabalhadores não habituados a tais máquinas. Essa aprendizagem fêz-se, contudo, em tempo surpreendentemente curto, e foi possível tirar delas todo o rendimento.

As britadeiras e as misturadoras do formigão foram de origem alemã. As primeiras, com que, de princípio, houve algumas dificuldades, por virtude da grande densidade da pedra e da sua resistência ao esmagamento, deram

depois plena satisfação. As misturadoras trabalharam sempre bem; foram bem projectadas, e eram bem construídas.

Teve de ser prevista uma oficina de reparações para tôda essa maquinaria.

A energia para o estaleiro era fornecida por uma central térmica de cêrca de 10.000 kW que já tinha sido utilizada em outro trabalho na Rússia.

As vias férreas de serviço sôbre a barragem utilizaram, desde início, para passar em ponte sôbre os vãos que havia que atravessar, tramos de $16^m,00$ de vigas de alma cheia, exactamente iguais às vigas das duas pontes que passavam sôbre a barragem — a de estrada e de manobra das comportas. Assim se poupou dinheiro e tempo, pois as vigas que serviram na construção ficaram depois na obra definitiva.

b) *Ensecadeiras*

As ensecadeiras foram construídas com vigas de madeira, de $24 \times 24$ cm — a maior dimensão conseguida — formando gaiola, de vigas sobrepostas, como quem arruma madeira para secar, gaiolas que depois se enchiam com enrocamento.

O modo de execução de estas ensecadeiras era o seguinte:

As gaiolas eram construídas na margem, ou em cima de outras já colocadas no local de emprêgo, formando compartimentos quadrados, em planta, de $2^m,00$ a $3^m,20$ de lado, consoante os casos. A parte inferior desta gaiola era adaptada ao perfil do leito, levantado com precisão por sondagens.

Depois de armadas as primeiras dez camadas inferiores de vigas — ou seja uma altura de cêrca de $2^m,40$ —, punha-se a flutuar a gaiola, da qual, em geral, um, por cada quatro dos compartimentos, levava fundo.

Rebocavam-se para o local em que haviam de ser afundadas, e procedia-se ao seu afundamento, depois do leito dragado, deitando pedras nos compartimentos com fundo.

A água continuava a correr por entre as peças de madeira, não havendo dificuldade em pôr no seu lugar os outros elementos da ensecadeira.

Fig. 13 — Construção das ensecadeiras

Fig. 14 — Estaleiro ao abrigo das ensecadeiras

Logo que todos os elementos estavam ligados, enchiam-se todos os compartimentos com pedra, e cravavam-se estacas-pranchas metálicas até a rocha, do lado de montante, encostadas à gaiola. Por fim, com o emprêgo de uma draga de sucção, colocava-se de encontro às estacas-pranchas um atêrro de areia.

Para defender êste atêrro da acção violenta das cheias de primavera, houve que revestir o seu paramento exterior com fachinagem até a cota do nível de estiagem, e com um pedrado, dêsse nível para cima.

As dimensões dos caixões que as gaiolas assim constituíam foram estabelecidas pelo cálculo, que, pode dizer-se, conduziu a dar-lhes uma largura igual à altura que está abaixo da superfície da água.

c) *Fundações*

Depois da fundação saneada, e antes de vazar o formigão da estrutura, fizeram-se duas ou três fiadas de furos de 7,5 cm de diâmetro, e cêrca de $8^m,00$ de profundidade, e injectou-se cimento, sob uma pressão igual ou inferior à carga que exercia sôbre a zona cimentada, o pêso da rocha que estava por cima, por forma a evitar a formação de mais fendas.

Depois de fundido o muro até a cota ($12^m,00$), furou-se o formigão e o terreno até a profundidade de $35^m,00$ e injectou-se novamente, agora sôbre uma carga superior, e igual ao pêso do terreno mais o do formigão já colocado.

Êste trabalho de injecções demorou muito tempo, sobretudo no encontro esquerdo.

Injectaram-se 600 toneladas de cimento em um comprimento total de furos igual a 24.000 m, ou seja uma média de 25 kg de cimento por metro de furo, o que mostra a excelente qualidade da rocha de fundação.

d) *Fabrico do formigão*

Havia no local abundância de rocha capaz para o fabrico de brita para formigão, muita da qual foi obtida de bom granito extraído para saneamento das fundações.

Em cada uma das margens foi aberta uma pedreira, com frentes de ataque de 10 a $15^m,00$ de altura, cujo desmonte se fazia utilizando o ar líquido, em furos feitos com sondas de cabo ou com perfuradores de percussão.

O ar líquido era produzido em duas fábribricas de uma capacidade de 100 kg/hora.

Os blocos eram carregados pelas gruas para os vagons auto-descarregadores, e levados para as instalações de britagem.

A necessidade de se poder fazer o formigão sem interrupções, levou à constituïção de uma reserva em cada uma das margens, que permitisse alimentar as misturadoras durante mês e meio.

No estudo original russo admitiu-se que as areias seriam obtidas por trituração do granito, mas provou-se durante a construção que a granulometria do material assim obtido não era a conveniente; teve de se ir buscar areia a uma distância de 320 km, a Eupatória, na costa do Mar Negro. Era uma areia limpa, do mar, com a quantidade de finos indispensável para se lotar com a obtida por granulação.

O cimento era fabricado na U. R. S. S. Ensaiado em laboratórios dos U. S. A., provou ser de alta qualidade e de resistência uniforme.

As centrais do formigão — uma em cada margem — eram quási idênticas, e compreendiam:

— uma britadeira de maxilas, capaz de receber blocos de $1^{m3}$, e fornecendo, por hora, 250 ton. de pedras de cêrca de $400^{mm}$;

— dois trituradores giratórios, fornecendo, por hora, 120 ton. de brita de $90^{mm}$ de dimensão máxima;

— uma bateria de classificadores que repartia o material em três categorias: areia ($0\text{-}7^{mm}$), murraça ($7\text{-}30^{mm}$) e brita ($30\text{-}90^{mm}$); os detritos eram enviados a quatro granuladores, de onde passavam a moinhos, e, se fôsse preciso, ainda a outros para obter maior finura.

Os materiais classificados eram levados a silos de onde eram tomados, depois de pesados, por um tapête transportador que os levava às misturadoras. O cimento era conduzido, dos silos, às misturadoras pelo mesmo modo.

Fig. 15 — Vista de estaleiros tirada de jusante. O rio está correndo no trôço central do leito

Estas, em número de seis em cada margem, vazavam directamente para baldes de abrir pelo fundo que eram transportados em vagons até o local de aplicação, onde eram descarregados por meio de derricks ou por gruas.

Cada instalação compreendia um total de 40 motores que absorviam uma potência de 1 000 CV.

O traço do formigão pôsto em obra era o seguinte:

| | |
|---|---|
| Cimento . . . . . | 285 kg |
| Areia natural . . . . . | 511 kg |

| | |
|---|---|
| Areia granulada . . . . . | 228 kg |
| Murraça. . . . . | 422 kg |
| Brita . . . . . | 844 kg |
| Água . . . . . | 220 kg |

Esta quantidade de água dava formigão com uma plasticidade definida pela condição de os trabalhadores, postos em bicos dos pés, não se afundarem na massa, quere dizer, era formigão plástico mas de consistência que o aproximava já do formigão sêco.

levaram, mais tarde, do lado de montante vedação adequada.

Na estação de 1930, vazaram 518 000$^{m^3}$ de formigão, 496 000 dos quais na barragem e na central, sendo a média mensal mais elevada igual a 110 900$^{m^3}$.

e) *Programa de trabalhos*

O estaleiro começou a funcionar no principio de 1927. A partir do Outono podiam ser alo-

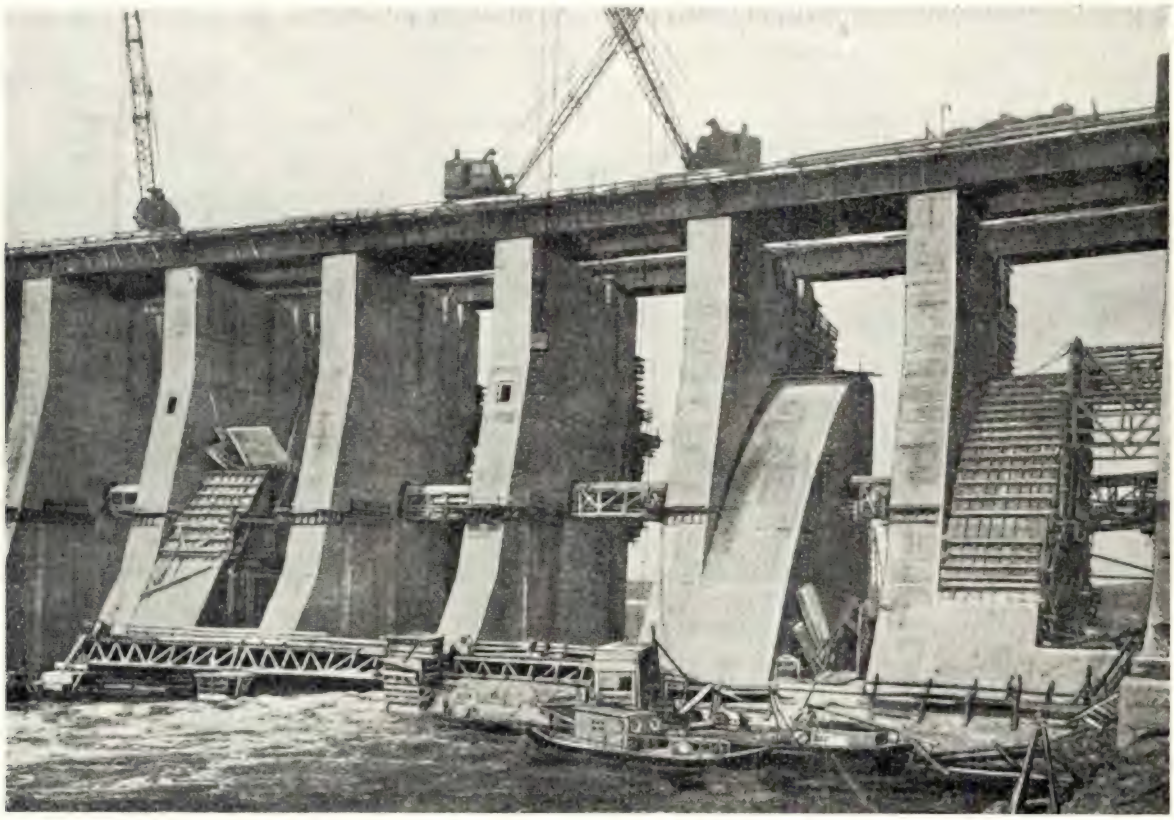


Fig. 16 — Construção do muro da barragem por meios troços em cada intervalo de pegões

A densidade dêste formigão, à saída da misturadora era de 2.500 kg/m$^3$, e a sua resistência era de 320 kg/cm$^2$.

O formigão era vazado por blocos cujo comprimento não excedeu 12$^m$,00 (10$^m$,00 geralmente) e com altura de 4$^m$,00. Estas dimensões tinham por fim reduzir o calor desenvolvido com a prêsa e conseqüentemente a fissuração.

Foram previstas chavetas de ligação tanto verticais como horizontais. Tôdas as juntas

jados 11 500 trabalhadores e empregados. O seu número, que nos primeiros anos da obra, 1928 e 1929, andou em média por 9 000, atingiu 25 000 no máximo da fôrça, em fins de 1931.

Logo no Outono de 1927 se estava em condições de descarregar na estação de chegada 100 vagons por dia.

Reconstruiu-se a velha cidade de Kichkas e ergueram-se novas edificações para as necessidades de obra.

O programa de trabalhos previa a construção em quatro fases.

Na primeira fase, fizeram-se as ensecadeiras dos troços das duas margens do rio, incluindo a área do edifício da central, que estavam concluídas na Primavera de 1928, ficando o rio a correr pelo meio do leito.

O trabalho pôde começar dentro das zonas limitadas pelas ensecadeiras logo que passaram as cheias.

O saneamento foi demorado por se não encontrar a rocha sã, no lado do encontro esquerdo, de tal modo que se chegou a profundidades de $15^m,00$ abaixo do leito, sendo a média da escavação, para êste trôço, de $6^m,00$, em vez dos 2 a $2^m,50$ previstos. Além disso, a ensecadeira de jusante rebentou em 24 de Junho, e o estaleiro foi inundado, e disso resultou que, no comêço de 1929, pouco formigão havia moldado.

Passadas as cheias, começou-se de novo a vazar formigão, em trabalho contínuo de 3 turnos, de modo que antes das neves os pegões dos braços laterais da barragem estavam já construídos até um nível superior ao das máximas águas. Estavam também construídos os troços de descarregador (entre pegões) até a cota ($12^m,00$).

Na primeira cheia de primavera (1929) as ensecadeiras foram galgadas, mas como o trabalho previsto já estava feito, não houve qualquer dano.

Na segunda fase, construíu-se no trôço central do rio uma série de pegões provisórios cheios com pedra sêca, e logo que o rio pôde ser desviado por um dos troços laterais, onde os pegões definitivos já estavam construídos, puzeram-se vigotas tapando as aberturas entre pegões provisórios e completou-se a ensecadeira de jusante (ver planta geral da construção).

Na primavera de 1931, estavam construídos até acima das mais altas águas, os pegões do trôço central e as fundações dos troços de barragem em descarregador. Quando veio a grande cheia não houve qualquer prejuízo nem para as construções permanentes, nem para as provisórias, pois as ensecadeiras já haviam sido desmontadas.

Em 1931-32, os pegões foram subidos até a sua altura definitiva e os troços de barragem intermédios foram vazados até a cota da soleira do descarregador.

No fim de Março de 1932, a barragem pròpriamente dita estava acabada, e a albufeira cheia até a cota ($42^m,25$).

As comportas Stoney foram instaladas no decurso dêsse ano, e no mesmo intervalo de tempo se fizeram os acabamentos.

31 de Outubro de 1941.

---

Engineering News Record — 23 Jun. 1932.
La Technique des Travaux — Nov. 1932.
Illustrated London News — 12 Jul. 1941, 26 Jul. 1941, 6 Set. 1941.

# AGULHAS AUTOMÁTICAS

POR JOÃO A. DA R. CUNHA SERRA
(DO CURSO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA)

Tendo constatado a curiosidade de muitos electrotécnicos àcêrca do funcionamento das agulhas automáticas, quis a revista «Técnica» publicar alguns dados relativos às usadas na Companhia Carris de Ferro de Lisboa. As linhas que se seguem não passam, pois, de uma tentativa de esclarecimento e, como fazem parte do relatório dum tirocínio em que outras coisas se tratam, terão os defeitos de todos os excertos. Na esperança, porém, de que algumas qualidades lhes restem é que elas vêm a lume.

Dada a natureza dos serviços da C. C. F. L. (tracção eléctrica por carris), é indispensável a existência de agulhas em tôdas as bifurcações. Ora, até há pouco tempo, elas eram tôdas manobradas manualmente o que exigia um numeroso corpo de agulheiros cujo trabalho era cada vez mais dificultado pelo crescente aumento de tráfico nas ruas de Lisboa. Cremos, pois, ter sido no intuito de reduzir o pessoal e poupar êste ao incómodo e perigo de trabalhar entre automóveis e eléctricos girando em vários sentidos e com velocidades raramente razoáveis que a C. C. F. L. encarou o problema de automatizar as suas agulhas. E hoje as agulhas automáticas trabalham regularmente nos pontos de maior movimento de Lisboa.

Consta-nos haver tentativas duma solução meramente mecânica do problema em questão, mas a C. C. F. L. adopta, desde o início, dispositivos eléctricos, tendo já experimentado quatro tipos de que vamos dar uma descrição tão completa quanto possível. O facto do serviço ser permanente impediu-nos de observar as coisas com todo o pormenor, mas julgamos poder dar uma idea bastante completa do funcionamento e constituïção dêstes dispositivos.

De uma maneira geral, o dispositivo é constituído por um contacto aéreo, colocado no fio do *trolley*, donde saem condutores para um quadro que, segundo as circunstâncias, lança corrente numa ou noutra de duas bobinas que actuam num núcleo oscilante fazendo a agulha. O contacto aéreo é constituído por duas barras rectangulares de bronze, tendo os eixos paralelos e fazendo os seus lados menores um ângulo de cêrca de 90°, de bissectriz vertical e afastadas o suficiente para permitir que o *trolley* passe entre elas sem saltar fora ao mesmo tempo que é impedido de contactar com a linha de tomada de corrente (que passa acima do nível normal nestes pontos). Procuraremos, agora, descrever em particular cada sistema, seguindo uma ordem que nos levará do mais simples aos mais complicados, mas também do mais rudimentar aos mais perfeitos. Começaremos, pois, pelo

## I) Sistema O'Neil

designação que adoptámos por estarmos informados de que o seu esquema foi estabelecido por um engenheiro português dêste nome.

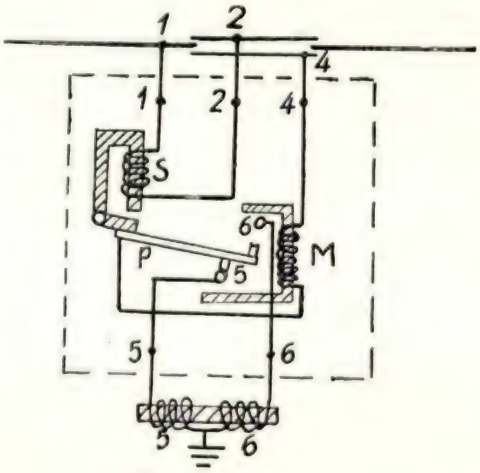



Fig. 1

Temos já, neste quadro de comando, os elementos essenciais ao funcionamento, mas estão por resolver certos problemas que apresentaremos mais adiante.

Vejamos como funciona:

1.º — O *trolley* entra no contacto aéreo com a corrente dos motores completamente cortada.

Neste caso o *trolley* faz apenas o curto circuito das duas barras do contacto aéreo: como o fio de *trolley* está a 550 V em relação à terra, estabelece-se uma corrente que vai de 1 a 2, no contacto aéreo, atravessando a bobina S, passa a 4 por meio da roldana, percorre a bobina M seguindo até à peça *p*) que assenta sôbre o contacto 5) e fecha-se pela terra. A bobina S é de fio grosso e poucas espiras ao passo que as M e 5 têm uma resistência muito grande. Nestas condições, a corrente que percorre todo o circuito é de intensidade insuficiente para excitar o núcleo da S, mas chega para a 5 atrair o núcleo oscilante, ficando a agulha feita numa determinada direcção.

2.º — O *trolley* entra no contacto aéreo tendo a corrente dos motores um valor apreciável (cêrca de 25 A correspondendo ao primeiro ponto dos *controllers*).

Nestas condições, o *trolley*, não só põe em curto circuito as duas barras do contacto aéreo, como ainda estabelece uma derivação através dos motores. A corrente que atravessa a S será, agora, por incluir a que vai para os motores, muito maior que a que percorre M e de molde a que o núcleo da S se excite e a armadura seja atraída. A peça *p* irá, então, fechar o contacto 6 que leva a corrente à bobine 6. Esta impelirá o núcleo oscilante na direcção oposta à anterior e a agulha ficará em outra posição. Esclareçamos, desde já, a função da bobina M. Como é sabido, ao cortar um circuito percorrido por uma corrente, pode ficar escorvado um arco tanto mais estável quanto maior fôr a tensão e cujos efeitos são destrutivos. Ora, a bobina M destina-se a criar um campo magnético que sopre o arco que se estabelece no contacto 6 quando, no segundo caso do funcionamento, o *trolley* sai do contacto aéreo. Realmente, nesta altura, a corrente na S diminue (por os motores serem agora alimentados directamente do fio de *trolley*) a armadura cai e, como a corrente é, em geral, mantida no contacto aéreo por um arco, outro se estabeleceria em 6 se não houvesse a sopragem da bobina M, sopragem que cessa com a corrente, como convém. Esta sopragem corta o circuito e o arco do contacto aéreo rompe-se. Ora, quando se dá o primeiro caso de funcionamento, se se estabelecer um arco no contacto aéreo, não há maneira de o soprar. Isto traz fortíssimos inconvenientes pois a faísca pode manter-se escorvada durante bastante tempo, dando corrosões no contacto aéreo e projecções do metal o que é de especial gravidade na via pública. Foi, pois, ràpidamente concluído que, qualquer que seja o caso de funcionamento, a corrente não deve ser cortada no contacto aéreo mas sim no quadro de comando onde seja simples fazer a sopragem da faísca. Os engenheiros da C. C. F. L. estabeleceram, por isso, um outro tipo que, como o anterior, foi construído nas suas oficinas e a que chamaremos, naturalmente,

## II) Sistema C. C. F. L.

Êste tem a particularidade de usar um contacto aéreo com uma das barras fraccionada em 3 partes. Tem o seguinte esquema:

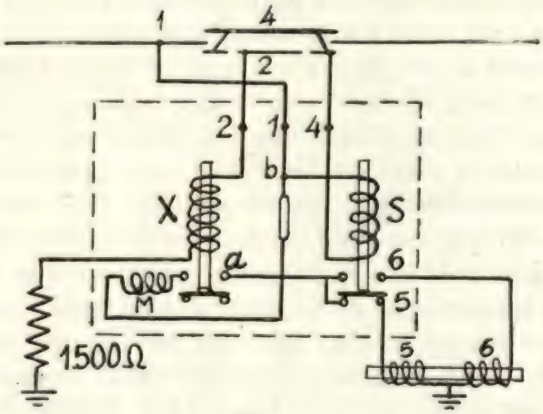



Fig. 2

As bobinas são providas, aqui, de núcleos móveis que têm solidários (e isolados) uns discos de cobre para estabelecer ligações entre pares de botões colocados lado a lado.

O modo de funcionamento é o seguinte:

1.º — *Trolley* isolado da terra quando passa no contacto aéreo.

No início o *trolley* toca apenas a barra 4 dêsse contacto e, como está isolado, nada se

passa. Depois, estabelece o curto circuito das barras 4 e 2 e, então, uma corrente vinda de 1 passa a 4 através da bobina S (de poucas espiras de fio grosso), vai a 2 e fecha-se pela terra depois de atravessar a bobina X (de muitas espiras de fio fino) e uma resistência de 1.500 Ω. Esta corrente é muito pequena e apenas excita a X cujo núcleo móvel é atraído fechando o contacto *a*. Então, do ponto *b* até à terra, fica fechado um circuito e uma corrente passa através da bobina M de sôpro e da 5 do núcleo oscilante, fazendo a agulha numa certa direcção. Quando o *trolley* alcança a última parte do contacto aéreo o circuito da X é desligado e, como a corrente que o percorre é pequena (cêrca de 0,3 A), não há faísca entre 4 e 2 no contacto aéreo. O núcleo móvel da X cai, cortando o circuito da bobina 5. Como, porém, a corrente é aqui maior fica escorvada uma faísca que é soprada pela M.

2.º — O *trolley* vai ligado à terra através do motor nas condições do sistema anterior.

Então, o *trolley*, logo que entra no contacto aéreo, fecha para a terra o circuito da bobina S que excita o núcleo, vindo êste fechar o contacto 6. Depois, avançando, fecha o circuito da X que vai fazer o contacto *a*, ficando assim fechado o circuito da 6 que põe a agulha na posição oposta à anterior. Quando a roldana chega à posição em que está, de novo, apenas em contacto com a barra 4, a bobina X deixa de atrair o núcleo que cai, desfazendo o circuito da bobina 6 (mediante sopragem de M). Nestas condições, quando o *trolley* deixa o contacto aéreo e a bobina S deixa desfazer o contacto 6 já lá não haverá faíscas. Como se vê, a fraccionação do contacto é aqui indispensável porque, se não existisse, no segundo caso de funcionamento a corrente seria sucessivamente lançada nas bobinas 5 e 6, dando esforços violentos na agulha além de poder atrasar a chegada à posição desejada. Esta agulha marca um certo progresso em relação à anterior mas, à custa duma inegável subida no grau de complexidade e número dos seus órgãos. Desaparece a faísca do contacto aéreo mas cria-se um perigo de arco no contacto 6 (se o *a* não cai suficientemente depressa), há perigo de lançar corrente na bobina 5 e depois na 6, etc., defeitos devidos principalmente, ao uso dos núcleos móveis de funcionamento inseguro. Esta agulha foi, certamente, inspirada na que a seguir descrevemos, embora não se trate de uma imitação, como se verificará.

## III) Sistema Maley (M & T)

Esquemàticamente as ligações têm a seguinte representação:

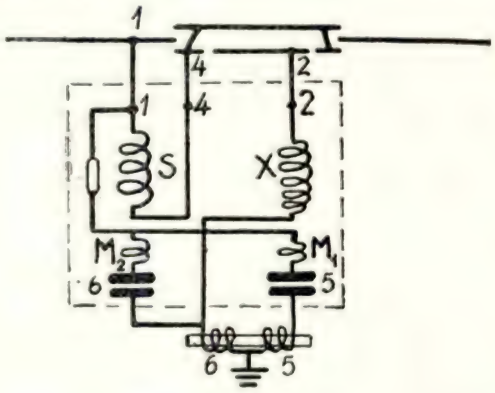



Fig. 4

A-pesar de tôda a semelhança tem caracteres que a distinguem perfeitamente da anterior. Assim, os dois contactos são protegidos contra os efeitos da faísca. Além disso, a bobina X (de muitas espiras de fio fino) fecha para a terra através da 6 e não de uma maneira independente. O contacto 5 está também noutra posição pois é actuado por X em vez de S. O funcionamento é semelhante ao da anterior. Vejamos:

1.º — Quando o *trolley* passa com a corrente cortada, a bobina X fecha o contacto 5, que faz actuar a bobina 5 e ferra a agulha numa certa direcção. É claro que a 6 é também atravessada por uma corrente: a que passa em X. Mas esta, sendo muito pequena, não perturba a acção da 5 nem provoca faísca no contacto aéreo. Ao sair dêste, o *trolley* desfaz a ligação do interruptor 5. Qualquer faísca será soprada pela bobina $M_1$.

2.º — Quando o *trolley* passa no contacto aéreo fornecendo corrente aos motores, a bobina S (de fio grosso e poucas espiras) já atrai o contacto 6 que lança corrente na bobina 6. A bobina X é, agora, atravessada por uma corrente muito menor que a necessária para fechar o 5, por os extremos estarem, neste caso, aproximadamente equipotenciais.

Esta disposição tem, pois, sôbre a anterior, a vantagem de não haver perigo de lançar a corrente numa bobina e depois na outra; tem

os contactos protegidos contra faíscas e, em trabalho normal dos carros, o seu funcionamento é plenamente satisfatório. Suponhamos, porém, que o carro é obrigado a parar quando o *trolley* está sob o contacto aéreo. Como todos os órgãos das agulhas descritas até aqui, são estabelecidos para funcionamento intermitente, vão ficar, no caso suposto, sujeitos aos perigos de um aquecimento intenso. Há, é claro, fusíveis de protecção para certas partes do circuito mas, isso não impede que os órgãos não protegidos venham a sofrer e, muito menos, que a agulha deixe de funcionar.

Descrevemos, a seguir, uma agulha que consideramos a mais perfeita, por a sua construção ter sido feita tomando em consideração o problema atrás exposto, além dos que têm sido apresentados anteriormente, e, possivelmente, outros que tenham escapado à nossa análise.

Trata-se do

## IV) Sistema Collins

Para dar melhor idea da constituïção do quadro neste sistema, vamos representá-lo duma maneira em que os símbolos eléctricos aparecem ao lado de representações mecânicas em maior número do que anteriormente. O esquema geral das ligações é o seguinte:

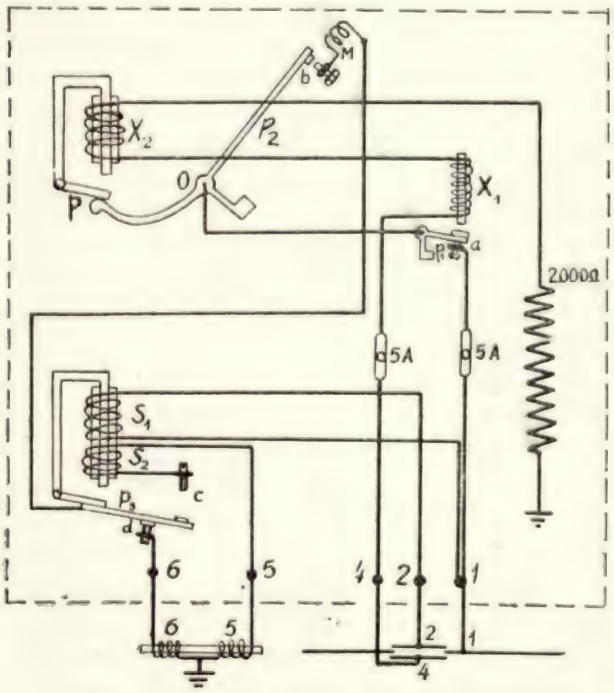



Fig. 4

Para simplificar a exposição chamaremos, como os operários da C. C. F. L., *circuito principal* ao que vai de 1 ao contacto *a* da peça oscilante $p_1$, chega a $p_2$, que toca no contacto *b*, donde segue a $p_3$ que, por *c* ou *d*, lança corrente na bobina 5 ou 6 fazendo a agulha. Chamaremos *circuito auxiliar* ao que de 1 passa a 2, através $S_1$, e a 4, através do *trolley*, seguindo por $X_1$, $X_2$ e uma resistência de 2.000 Ω até à terra. Vejamos o que se passa quando:

1.º — O carro passa com a corrente cortada.

O *trolley* faz o curto circuito das barras 2 e 4, fechando o circuito auxiliar. A $S_1$ (de poucas espiras de fio grosso) é percorrida por uma corrente que, por ser fraca, a não faz actuar mas as $X_1$ e $X_2$ (de fio fino e muitas espiras) excitam as armaduras.

Nestas condições, a bobina $X_1$ atrai imediatamente a peça $p_1$, abrindo o contacto *a*, e a $X_2$ atrai a *p* lentamente, permitindo, um pouco mais tarde, que a $p_2$ feche o *b*. Assim, o circuito principal não está fechado enquanto o *trolley* permanece no contacto aéreo, pois a $X_1$ mantém o *a* aberto. Quando o *trolley* abandona o contacto aéreo, o circuito auxiliar abre-se, a $p_1$ cai, fechando-se então o principal, e a agulha faz-se por 6. Um pouco mais tarde, cai *p* que obriga $p_2$ a abrir o *b*. Como a corrente é forte, temos uma faísca que a bobina M sopra. Como ficou descrito, vê-se que a bobine $X_2$ é lenta na manobra da peça *p*. Realmente, o núcleo de ferro, que é normal nas bobinas, tem um complemento curioso (e que constitue a originalidade dêste quadro); está envolvido por um espêsso cilindro de cobre. Assim, quando a corrente inicia a sua passagem na bobina, o fluxo magnético tende a crescer ràpidamente o que vai induzir fortes correntes de Foucault no cilindro de cobre. Ora, de acôrdo com a lei de Lenz, as últimas produzirão um fluxo desmagnetizante que, contrariando a acção do da bobina, vai atrasar a atracção de *p* o tempo suficiente para que a $X_1$, que é simplesmente munida do núcleo de ferro, abra o *a* e fique o circuito principal fora de acção. Quando, por outro lado, a corrente do circuito auxiliar cessa, as correntes induzidas no cilindro de cobre tendem a manter o fluxo e permitem que a *p* continue atraída o tempo suficiente para se fazer a agulha.

O cilindro de cobre tem, sob certo aspecto, a propriedade de aumentar muito a auto-indução da bobina, sem aumentar nada a do circuito auxiliar total.

2.º — O *trolley* entra no contacto aéreo com corrente. Então, a corrente que passa em $S_1$, é já mais forte e a peça $p_3$ é atraída. O circuito auxiliar faz a mesma manobra que anteriormente (abre *a* e fecha *b*) e mais a de estabelecer o contacto *c*. Quando o *trolley* sai do contacto aéreo, o circuito auxiliar abre-se, o *a* fecha-se, por cair $p_1$, e o circuito principal fica fechado para 5. Ora, isto acontece por, a-pesar-de $S_1$ deixar de ter acção, a $S_2$ manter atraída a peça $p_3$. Note-se, porém, que, entre a passagem da corrente em $S_1$ e $S_2$, há um pequeno intervalo de tempo em que a atracção é mantida por um cilindro de cobre análogo ao da bobina $X_2$ e que não deve permitir que o contacto *c* se chegue a desfazer. Todos os contactos são munidos de parafusos que tornam possível uma perfeita afinação e coordenação de todos os movimentos descritos. Esta agulha é, como se vê, de funcionamento mais delicado mas de concepção muito original e, para nós, absolutamente inesperada.

Segundo julgamos, a agulha O'Neil foi resultado dum esfôrço, embora mal sucedido, de simplificação da Collins, assim como, a estabelecida pelos engenheiros da C. C. F. L., proveio do desejo de melhorar a O'Neil depois de observada a Maley. Tôdas as actualmente em uso (tipos Collins, Maley e C. C. F. L.) têm sustentado satisfatòriamente o serviço a que são submetidas e provado as suas vantagens.

# VIDA ESCOLAR E ASSOCIATIVA

## Relatório da Direcção da "Técnica" do ano lectivo de 1940-1941

Vai para um ano relembrávamos, neste mesmo lugar, uma idéia que nos é cara e de que provém, nas horas escuras do desânimo e da dificuldade, a coragem de prosseguir no esfôrço constante que o aparecimento regular da «Técnica» traduz — ser ela o património duma grande família, cujos membros, embora por distintas maneiras, contribuem todos para a obra comum.

Eis-nos de novo à lareira familiar, no cavaquear amigo de quem presta conta de um ano de trabalho e, prudentemente, se deita a prever — quanto o permite a humana falibilidade no assunto — o que será o ano ora encetado.

Sem vanglória nem falsa modéstia, parece-nos que, ao expor os trabalhos do ano findo, nos é lícito um sentimento de alegria em face do que fizemos no desempenho da missão que fomos investidos: fruto de algum sacrifício nosso e da perfeita compreensão de quási todos (que pena o *quási!*) os que pela Revista têm o dever de interessar-se.

Mais, porém, do que êste sentimento de alegria, importa o encorajamento daí resultante para os que hão-de seguir-nos nesta trincheira. A «Técnica» atravessou com galhardia o seu segundo ano de guerra: passêmo-lo ràpidamente em revista.

Em Dezembro de 1940 era publicado o nosso número especial comemorativo dos Centenários da Fundação e Restauração da Nacionalidade, iniciativa coroada do mais feliz êxito, e que foi possível levar a cabo graças à larga visão e provado amor à nossa Escola e à nossa Revista de S. Ex.ª o Sr. Ministro das Obras Públicas e Comunicações; e ao esfôrço dedicado, amigo, de quantos nêle colaboraram, por uma ou outra forma.

Em Abril de 1941 dávamos início à publicação dum curso sôbre o «Cálculo de Betão Armado aplicado aos edifícios», da autoria do Prof. J. de Cang, da Universidade Técnica de Charleroi, com o qual a Direcção da Revista chegou a acôrdo para o efeito, dado o grande interêsse prático do dito curso para os nossos leitores de tôdas as especialidades.

Durante o ano manteve-se a colaboração de engenheiros da F. E. U. P., no prosseguimento da iniciativa tomada tão auspiciosamente no ano anterior, e que é necessário não descurar de futuro, a bem das nossas duas escolas de Engenharia.

Com a publicação dum artigo dos eng.os espanhóis J. L. Músquiz e A. Ângulo, o primeiro dos quais visitara o nosso País em missão de estreitamento das relações culturais entre as duas Nações irmãs da Península, foi dado início entre nós — e precisamente pela «Técnica» — a um salutar intercâmbio luso-espanhol no campo científico, que urge intensificar cada vez mais. Saibam compreendê-lo os que, cá e lá, houverem de prosseguir no caminho encetado: exigem-no os interêsses dos dois países, como os interêsses da Ciência e da Técnica.

Como se poderá ver pela análise dos n.os publicados e dos Quadros a seguir insertos, em 1940-41 foi notável a melhoria da nossa Revista, quer em quantidade quer em interêsse dos artigos publicados. O considerável aumento do número de páginas não foi conseqüência apenas do número especial, mas constitue acentuada tendência há uns anos para cá, graças aos meios que nos vão proporcionando os nossos leitores e anunciantes.

Não descurou a Direcção da «Técnica» a actividade da benemérita Secção Cultural da A. E. I. S. T., dando todo o apoio e incitamento que lhe foi possível à realização das numerosas conferências levadas a efeito durante o ano

lectivo do nosso Instituto. Deu-lhes a Revista a maior expansão e delas fêz a maior propaganda. Acentuado progresso se realizou nos últimos anos neste campo — urge continuar sem desfalecimentos.

Notável, também, a nossa actividade editorial. As «*Normas para Instalações Eléctricas*», publicadas ao findar do ano lectivo de 1939-40, demonstraram, pelo lisonjeiro acolhimento obtido, terem correspondido a uma real necessidade do nosso meio técnico. Felizes nos consideramos por termos podido supri-la.

Em Janeiro do ano corrente lançávamos ao mercado as «*Tabelas para o Cálculo do Betão Armado*», da autoria do Eng. Fernando Vasco Costa. Empreendimento de grande monta, verdadeiro serviço prestado à técnica construtora nacional, estas tabelas, elaboradas de acôrdo com o Regulamento Português do Betão Armado e contendo várias inteiramente originais, alcançaram também êxito animador, e esperamos que dentro em pouco se generalizem entre os que, entre nós, se dedicam à construção civil.

Já no fim do ano social, acabámos de fazer nova edição do «*Regulamento de Pontes Metálicas*».

Finalmente, a *Biblioteca* da A. E. I. S. T., a cargo da «Técnica». Graças a um trabalho intenso, foi possível catalogar completa e definitivamente os volumes que a constituem, tendo conseguido organizar-se o respectivo ficheiro.

Igualmente se elaborou o Regulamento que d'oravante rege o empréstimo de livros, Regulamento que foi possível, sem dificuldades de maior, pôr a vigorar ainda no ano lectivo findo.

Seguem os Quadros estatísticos e seu comentário, bem como o Relatório e Contas da Administração.

**QUADRO I**

| AUTORES | Número de artigos | | Número de páginas | | Em % | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1939-40 | 1940-41 | 1939-40 | 1940-41 | 1939-40 | 1940-41 |
| Professores e assistentes | 8 | 15 | 106 | 113 | 23,7 | 21,8 |
| Engenheiros I. S. T. | 12 | 8 | 125 | 105 | 27,7 | 20,3 |
| Alunos I. S. T. | 6 | 7 | 55 | 33 | 12,3 | 6,6 |
| Engenheiros (outras escolas) | 9 | 12 | 103 | 201 | 23,0 | 38,9 |
| Outros colaboradores | 2 | 4 | 9 | 23 | 2,0 | 4,4 |
| «Mundo Técnico» | — | — | 23 | 8 | 5,1 | 1,6 |
| Notas bibliográficas | — | — | 8 | 2 | 1,8 | 0,38 |
| Publicações recebidas | — | — | 19 | 8 | 4,2 | 1,6 |
| Vida Escolar e Associativa | — | — | — | 23 | — | 4,5 |
| | 37 | 46 | 447 | 516 | 100 | 100,0 |

**QUADRO II**

| ASSUNTOS | Número de artigos | | | Número de páginas | | | Em % | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1938-39 | 1939-40 | 1940-41 | 1938-39 | 1939-40 | 1940-41 | 1938 39 | 1939-40 | 1940-41 |
| Civil | 16 | 14 | 22 | 190 | 168 | 344 | 50,0 | 42,3 | 68,4 |
| Química | 3 | 5 | 6 | 13 | 19 | 41 | 3,4 | 4,7 | 7,9 |
| Minas | 2 | 3 | 2 | 9 | 10 | 14 | 2,4 | 2,5 | 2,8 |
| Electrotécnica | 9 | 4 | 1 | 84 | 98 | 13 | 22,0 | 24,6 | 2,6 |
| Mecânica | — | 4 | 5 | — | 50 | 24 | — | 12,5 | 4,6 |
| Vários | 20 | 7 | 10 | 85 | 52 | 80 | 22,3 | 13,0 | 13,6 |
| | 50 | 37 | 46 | 381 | 397 | 513 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Durante o ano a Revista, publicou *46* artigos distribuídos por *516* páginas. Registamos, portanto, um aumento de *69* páginas em relação ao ano anterior, correspondendo a cêrca de *8* por número.

A colaboração encontra-se dispersa por tôdas as especialidades mas como sempre *Civil* tem considerável vantagem. O nosso desejo, aliás como o das Direcções anteriores, seria manter um equilíbrio razoável de maneira a «Técnica» servir igualmente, em todos os seus números os assinantes de tôdas as especialidades. Tal desejo, porém, não tem sido possível realizar visto que a colaboração de *Minas, Química, Electrotécnica* e *Mecânica* escasseia na nossa Redacção, a-pesar dos esforços para remediar tal falta. Como é costume procuramos a compensação com o «Mundo Técnico».

Vejamos agora, a vida financeira da «Técnica» neste ano 1940-1941.

Apresenta a Administração um saldo de 15.357$85, dos quais 4.398$35 de dinheiro em caixa. Temos, pois, uma diminuïção de 6.174$56 em relação à Administração anterior. Como explicar tal diferência?

— Efectuamos o pagamento de 10.507$70 pela impressão das «Tabelas para o cálculo de betão armado» do sr. Eng. F. Vasco Costa.

— O considerável aumento de páginas, com gravuras, fotografias, etc.... traduziu-se por uma despesa com a *composição da Revista* de 55.872$15, mais 10.000$00 que no ano 1939-1940.

Eis as duas principais razões da diferença apontada, às quais teremos de acrescentar os aumentos, motivados pela guerra, que sofreram todos os elementos que são necessários para a vida da nossa Revista.

Nas Receitas, verifica-se um aumento de cêrca de 2.000$00 na *Cobrança de assinaturas;* indica-nos que o apêlo feito aqui, há um ano, não foi em vão.

A Receita de *Publicação de anúncios* desceu ligeiramente, falta que pode também explicar-se pela guerra.

Na venda de Revistas, quer avulso, quer nas vendidas à A. E. I. S. T. mantém-se o aumento o que muito nos agrada.

Nas publicações feitas pela «Técnica», registamos um consolador aumento que atenuou bastante o *déficit* existente em relação à Administração anterior.

De tudo o que fica dito parece poder concluir-se que, neste ano de intensa actividade, a Direcção da «Técnica» cumpriu o seu dever. E a Revista terá satisfeito melhor as exigências dos seus leitores e o alto interêsse da Escola que representa.

Ao encarar o futuro, fazêmo-lo confiadamente, mas não sem preocupações — a-pesar de crermos que, se de alguma coisa se nos pode acusar, não será certamente de «pessimismo».

Tôda a *matéria prima* de que é feita a nossa Revista subiu assustadoramente de preço — desde o papel às zincogravuras, passando por todos os acessórios. E a subida por certo se acentuará nos tempos que se aproximam.

Como se tal não bastasse, o *agravamento das taxas postais* ainda mais veiu complicar-nos a vida.

Tentaremos, enquanto nos fôr possível, continuar, *pelo menos,* a manter o alto nível atingido pela «Técnica», a não prejudicar os nossos assinantes.

Contudo, para isso, temos de pedir-lhes a sua quota parte no sacrifício comum. Certos de que todos o saberão compreender, não nos abandonando precisamente no momento em que a luta é difícil, resolvemos *aumentar ligeiramente o preço da assinatura.*

**Assim, a partir do presente número (inclusivé), os preços de assinatura da «Técnica» passam a ser, no Continente e Ilhas Adjacentes, de**

**13$50 por 3 números**
**26$00 » 6 »**
**50$00 » 12 »**

Do mesmo modo, **é indispensável que os nossos assinantes satisfaçam, à 1.ª apresentação do recibo pelo correio, a importância da sua assinatura. Se assim não fôr, não poderemos suportar os prejuízos resultantes.**

*É bem leve o sacrifício que se pede. Se todos o quiserem compreender e aceitar, êle será suficiente, ao menos, pelos tempos mais próximos.*

# BALANÇO DA ADMINISTRAÇÃO DE 1940-41

| RECEITAS | | |
|---|---|---|
| *Saldo da Administração anterior:* | | |
| Valor de compra de 10 Tit. Consol. 3 3/4 % — 1936, no valor nominal de 10.000$00 . | 9.660$00 | |
| Valor de compra de 1 Tit. Consol. 4 3/4 % — 1934, no valor nominal de 1.000$00 . | 1.140$00 | |
| Depósito no Banco P. C. e Ilhas. . . . . | 159$50 | |
| Dinheiro em Caixa. . . . . | 10.572$91 | 21.532$41 |
| *Cobrança de assinaturas* . . . . . | | 23.922$65 |
| *Publicação de anúncios* . . . . . | | 14.980$50 |
| *Venda de revistas:* | | |
| Aos sócios da A. E. I. S. T. . . . . | 11.340$00 | |
| Avulso e colecções, directamente e por intermédio das livrarias. . . . . | 2.081$70 | 13.421$70 |
| *Publicações:* | | |
| Venda de Tabelas, Regulamentos, separatas, etc. . . . . | | 14.877$60 |
| *Subsídios:* | | |
| Do Ministério das Obras Públicas e Comunicações . . . . . | 5.000$00 | |
| Do I. S. T. . . . . | 1.400$00 | 6.400$00 |
| *Títulos de Crédito:* | | |
| Juros de 1 Tit. Consol. 4 3/4 % — 1934 . | 48$60 | |
| Juros de 10 Tit. Consol. 3 3/4 % — 1936 . | 352$00 | 400$60 |
| *Venda de gravuras.* . . . . . | | 346$20 |
| | | 95.881$66 |

| DESPESAS | | |
|---|---|---|
| *Composição da Revista:* | | |
| Tipografia. . . . . | 45.494$80 | |
| Gravador . . . . . | 9.827$05 | |
| Aquisição das gravuras de Curso de B. Armado do Eng. J. de Cang . . . . . | 550$30 | 55.872$15 |
| *Publicações:* | | |
| Tabelas para o «Cálculo de B. Armado», do Eng. Vasco Costa. . . . . | | 10.507$70 |
| *Despesas Gerais:* | | |
| Ordenados e gratificações. . . . . | 9.304$50 | |
| Transportes. . . . . | 321$65 | |
| Desenhadores . . . . . | 55$00 | |
| Artigos de papelaria e sua impressão . . | 1.439$00 | |
| Selos fiscais. . . . . | 114$00 | |
| Comissão a angariadores . . . . . | 610$00 | 11.844$15 |
| *Correio:* | | |
| Avença, Selos e registos, Impressos de cobrança . . . . . | | 2.207$40 |
| *Diversos* . . . . . | | 92$41 |
| *Saldo para a Administração seguinte:* | | |
| Valor de compra de 10 Tit. Consol. 3 3/4 % — 1936, no valor nominal de 10.000$00 . | 9.660$00 | |
| Valor de compra de 1 Tit. Consol. 4 3/4 % — 1934, no valor nominal de 1.000$00 . | 1.140$00 | |
| Depósito no Banco P. C. e Ilhas. . . . . | 159$50 | |
| Dinheiro em Caixa. . . . . | 4.398$35 | 15.357$85 |
| | | 95.881$66 |

Lisboa, I. S. T., 16 de Outubro de 1941.

Haja boa-vontade!

É do conhecimento geral que a «Técnica» não constitue nenhum *negócio*. Apenas lhe interessa que as receitas cubram as despesas.

*Com a serenidade de quem cumpre um dever os rapazes que nela trabalham, sacrificando ao bom nome da Escola e da Cultura portuguesa os momentos de que muito legìtimamente poderiam dispor para descanso de intensas fadigas escolares, apontam-vos o caminho a seguir para que a obra comum possa continuar. Não os guia nem o menor interêsse pessoal. Assim vós todos, assinantes da «Técnica», o tenhais entendido e saibais cumprir.*

A todos os que, no ano ora findo, nos ajudaram a levar êste fardo, nomeadamente a S. Ex.ª o Sr. Ministro das Obras Públicas e Comunicações, ao Director, Professores, Assistentes e Alunos desta casa, a todos os nossos colaboradores, assinantes e anunciantes — a renovada expressão dos nossos agradecimentos.

E a esperança — que cremos *certeza* — de que, nas horas difíceis que vão seguir-se, não hão-de desamparar os nossos continuadores neste verdadeiro pôsto de honra da nossa Escola.

Não lhes hão-de faltar, em tal caminho, *por preço*, o sacrifício que têm o direito de lhes exigir os que o fazem primeiro e maior; *por prémio*, a satisfação do dever cumprido, que lhes reconhecerão os vindouros ao verificarem como foi possível manter, através de tudo, a continuïdade desta obra notável que é já hoje a nossa Revista, orgulho do I. S. T.

Oxalá assim seja.

*Carlos Krus Abecasis*
*Nuno Leitão Abrantes*
*Luiz Augusto d'Almeida Alves*
*Vasco Mendes de Sousa*
*José Faria da Fonseca Santos*
*Silvério da Silva*

# DO MUNDO TÉCNICO

## O aqueduto de Tardienta

Inaugurou-se Junho passado, em Espanha, o aqueduto de Tardienta, projecto do actual Ministro das Obras Públicas do país vizinho.

A construção desta obra, considerada como uma das de maior envergadura ùltimamente construídas em Espanha, foi acompanhada de um interêsse especial em virtude da originalidade da estrutura e das discussões levantadas àcêrca da sua estabilidade.

A fig. 1, mostra a elegância da secção transversal que resultou dos estudos feitos para se obter o máximo aproveitamento hidráulico.

Fig. 1 – Vista da secção transversal do aqueduto

*Estrutura:*

O aqueduto, construído para um caudal de 71 m³/seg., possue um comprimento de 877$^{m}$, dividido em troços contínuos de cinco e três tramos de 15$^{m}$ de vão, que se apoiam em pilares de betão armado por intermédio de chapas de chumbo. Na figura 2 vêm indicadas as dimensões e a disposição das armaduras da secção transversal.

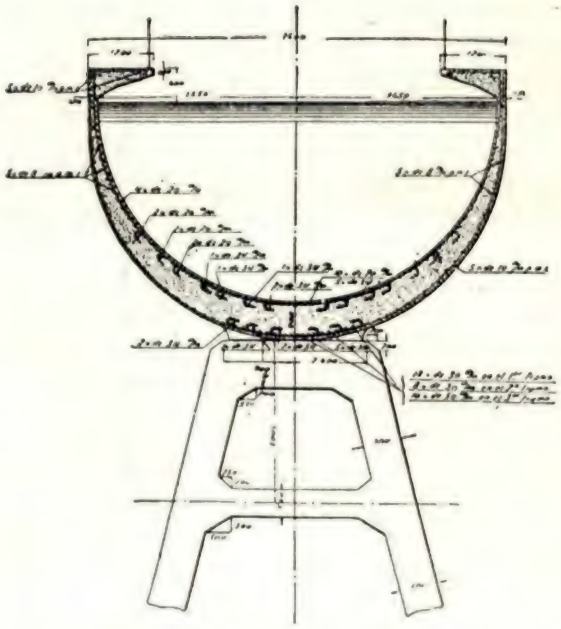


Fig. 2

*Tramo de provas. Cargas tangenciais:*

Antes de começar a construção definitiva do aqueduto estabeleceu-se um tramo de provas que se experimentou um mês depois da descofragem. Nas experiências realizadas, e que provaram a excelência da concepção da obra, aumentou-se de 20 cm a altura normal de água, o que corresponde a uma sobrecarga de 22 toneladas por tramo. Durante as provas, foram observadas as deformações transversais, e fêz-se a auscultação com auscultadores de lâmina vibrante da casa Icon; tanto os resultados como as conclusões a que se chegaram estão relatadas no número de Abril da «Revista de Obras Públicas» de Madrid.

Uma das discussões principais que a estrutura do aqueduto originou, versava sôbre a existência de cargas tangenciais de tal importância, que dariam lugar ao aparecimento de fendas na zona delgada junto dos apoios.

De facto, as cargas tangenciais encontradas no centro do segundo apoio, supondo que o betão não trabalha à tracção, eram da ordem dos 24 kg/cm², cargas estas que se reduziam a 20 kg/cm² na secção suposta mais desfavorável, localizada a 1$^{m}$ do centro do apoio.

Porém, supondo que o betão trabalha à tracção, a posição da fibra neutra sobe, aumentando o momento de inércia, e há, por conseqüência, uma redução notável nas cargas indicadas.

O considerar o betão trabalhando à tracção é admis-

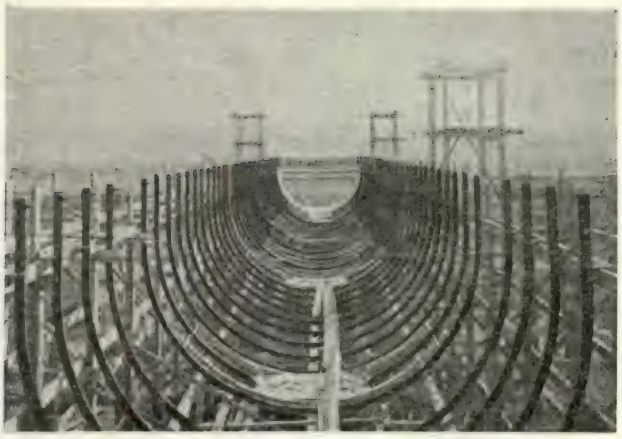


Fig. 3 — Colocação das cérceas exteriores

sível, segundo a opinião do autor do artigo que estamos resumindo, Eng.º Juan Aracil; de resto, êste é um dos factos em que se baseia o Professor Stevermann no seu método de cálculo do betão armado, pois admite para o betão uma carga de ruptura à tracção de $\sqrt{R}$ kg/cm², sendo R kg/cm² a carga de ruptura por compressão em cubos de 28 dias.

Além disso, as cargas tangenciais consideradas acima reduzem-se muito mais, por um efeito que se pode chamar «efeito de forma» e que dá uma grande rigidez à estrutura, sendo assim mais um factor para a estabilidade da obra, que provém da visão intuitiva do autor do projecto.

*Construção:*

As cérceas exteriores, cuja colocação a figura 3 mostra claramente, foram realizadas com ferros I n.º 14, curvados, com cinco apoios e um esticador na parte superior; a distância de 1m,50 que separava essas cérceas permitia forrar fàcilmente o interior com pranchas de madeira de 5 × 15.

No interior, as cérceas, também separadas de 1m,50, construíram-se de madeira em três troços desmontáveis.

Uma vez colocada a armadura exterior dispunham-se no fundo, cavaletes de madeira que localizavam a posição das cérceas. Em seguida colocavam-se as cérceas interiores como mostra a figura 4, travando-as com vigotas que permitiam a colocação da armadura interior; abandonava-se o apoio central e criavam-se dois apoios laterais de sentido radial a uma altura que permitisse a betonagem de todo o fundo sem os atingir, de maneira que, quando se retiravam estes apoios, no segundo dia de betonagem, já a cércea se apoiava sôbre o betão do fundo que tinha 12 horas de idade.

O sôlho da cofragem interior de 1.50 × 0.50 × 0.05, colocava-se fàcilmente à medida que a betonagem avançava.

Durante a construção a dosagem do betão, que fôra cuidadosamente estudada, mantinha-se constante, e de hora a hora, faziam-se ensaios sôbre a sua fluidez num estrado móvel e determinava-se a ruptura de cubos de betão aos 7 e 28 dias.

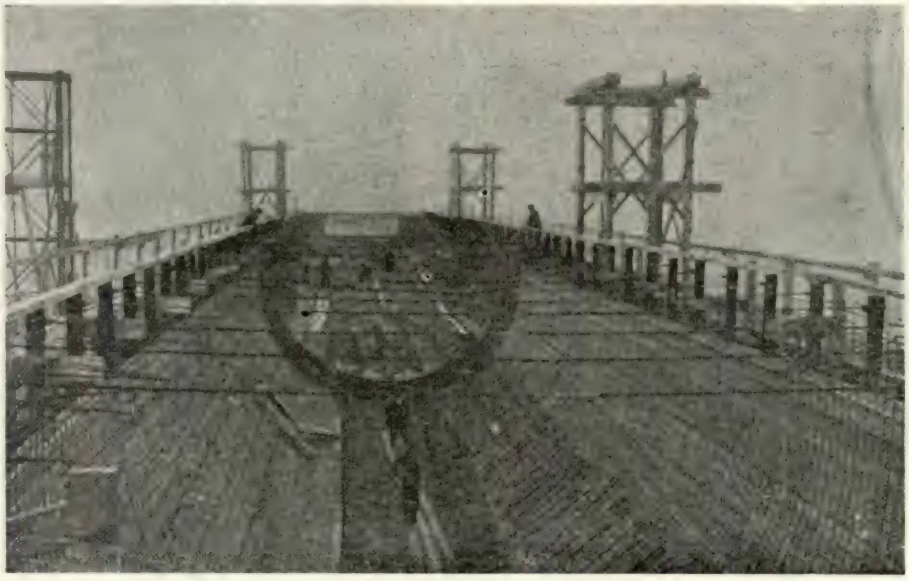


Fig. 4 — Disposição das armaduras e colocação das cérceas interiores

A prêsa do betão, também foi escrupulosamente vigiada, chegando-se a ter alguns tramos encharcados durante 15 dias.

O betão, fabricado em 4 betoneiras de 500l com um rendimento de 3 m³/hora por betoneira, era elevado a 12m de altura e distribuído por tubos de 50 cm de diâmetro.

(Da *Revista de Obras Públicas* — Setembro, 1941)

# Carburantes de substituïção, na Suíça

As dificuldades provenientes do conflito que actualmente ensangüenta a Europa, obrigaram à inactividade a imensa maioria dos carros particulares suíços. É vê-los, apinhados nas garagens, aguardando, pacientemente, melhores dias.

Mas os melhores dias tardam em chegar, e urge pôr de novo em marcha a grande frota — na Suíça circulavam, antes da guerra, 125.000 veículos automóveis — que as imposições da vida moderna não dispensam por muito tempo. Espicaçados por esta necessidade premente, químicos, engenheiros, técnicos, lançaram corajosamente mãos à obra, procurando aproveitar tôdas as matérias-primas, outrora desprezadas, na obtenção de carburantes capazes de substituir a gasolina, atenuando, quanto possível, a melancolia resultante da escassez do precioso líquido.

A primeira solução que ocorreu encarar foi a do gás das florestas; com efeito, os bosques não faltam em todo o território suíço, e o processo de gaseificação da madeira é, desde há muito, do domínio corrente. Bastaria aperfeiçoá-lo e produzir carvão de madeira em quantidade suficiente para equipar com gasogénios alguns milhares de autos e caminhões. Foi o que se fêz; de facto, cêrca de 2.000 carros funcionando a gás das florestas, já circulam sem qualquer restrição, pelas estradas do país (fig. 1).

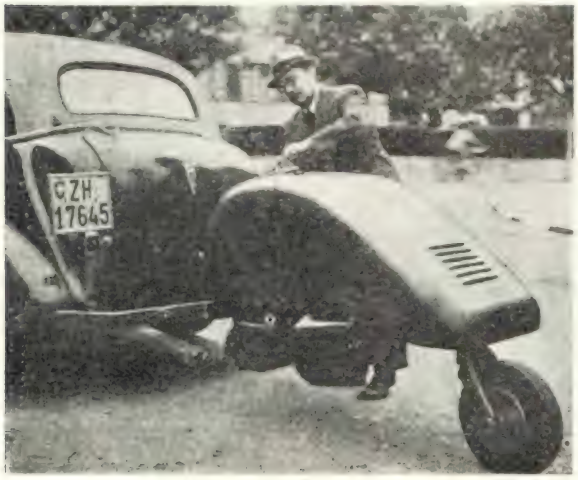



Fig. 1

Porém, tal não é bastante. A madeira origina um gás pobre que não permite, a todos os tipos de carros, cumprirem, em condições satisfatórias, as missões que dêles se exige, em estradas montanhosas, como as que abundam na Suíça. Além disto, as 130.000 toneladas de madeira que se consumiriam anualmente nos gasogénios — sob a forma de pequenos tacos, ou de carvão de madeira — iriam privar outras indústrias, como a do papel, de uma matéria-prima essencial e sôbre a qual têm direitos tradicionais.

Há, então, que desistir de achar um bom sucedâneo para a gasolina? Nada disso. Repare-se que a Suíça possue pedra calcárea nas suas montanhas, em quantidades inestimáveis. Esta pedra calcárea, por destilação, dá-nos carboneto de cálcio, o conhecido *carbureto,* que, ao contacto da água, desprende o gás acetilena, excelente carburante para as viaturas de turismo. Cá temos outro! E a Suíça espera produzir, dentro em pouco, 15.000 toneladas anuais de *carbureto,* o que se traduz por mais 2.000 veículos que poderão flanar livremente abandonando a sua entorpecedora inactividade (fig. 2).

Fig. 2

Mas, ainda isto não é tudo! Os químicos suíços acabam de estabelecer planos para a fabricação, num futuro muito próximo, de 30.000 toneladas de paraldeído, carburante líquido que já se mistura à benzina na proporção de 30 %; êste admirável combustível tem a enorme vantagem de não exigir a mínima transformação no motor em que se deseja utilizar. Prevê-se, também, a produção em grande escala, de uma mistura de álcool e de cetonas, pela sacarificação da madeira, para o que se está construindo activamente uma fábrica no cantão de Grisons.

E, para findar, deve revelar-se que se tenta, a sério, a construção de veículos eléctricos, munidos de acumuladores a um tempo leves e possantes.

Como se constata, a indústria suíça, tendo aproveitado a experiência das outras nações, marcha agora na vanguarda do progresso para a obtenção de sucedâneos da gasolina, que as circunstâncias actuais tornaram necessário. — *F. A. C.*

(De *La Suisse Industrielle et Commerciale*)

# NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

## Estudos Italianos em Portugal

(N.º 4)

Compõe-se, êste número, dos seguintes artigos:

«Ibéria Romana», pelo Sen. Giuseppe Cardinali. É uma síntese das virtudes do povo da Península Ibérica, reveladas pela sua relutância à aceitação do domínio romano, pela permanência do seu carácter natural, durante a latinização progressiva do território, a-pesar-do desenvolvimento material correspondente, e, finalmente, pelos benefícios que a própria cultura romana recebeu da adaptação do espírito espanhol à civilização latina.

«Porquê, como e quando Portugal deixou a cultura italiana», de Gino Saviotti. Através de todo o artigo, se faz ressaltar a nossa facilidade de adaptação à cultura estrangeira, nem sempre realizada com o espírito crítico necessário, de onde resulta, por vezes, não obtermos grandes vantagens das idéias introduzidas, como no caso a que o autor se refere. Vantagens, tivemos, porque se não fôssem as perturbações que as célebres doutrinas individualistas e democráticas produziram no nosso País, talvez nunca chegássemos a sentir a necessidade de nos orientarmos segundo directrizes mais perfeitas.

«Estudos Antropológicos em Itália», pelo Dr. Mendes Correia. É um resumo das concepções e trabalhos dos principais antropólogos italianos.

«Cenógrafos Italianos em Portugal», pelo Dr. João Pereira Dias. É um estudo, bastante detalhado, dos cenógrafos que, durante os séculos XVII, XVIII e princípios do século XIX, criaram a arte cenográfica em Portugal.

«Ariosto e Tasso num Poema de Garrett», de Giuseppe Rossi. O autor cita algumas passagens do poema «D. Branca», que revelam a influência daqueles poetas sôbre Garrett, influência depurada de tudo o que êle, moral ou religiosamente, não podia aceitar.

«A personalidade de Giuseppe Verdi», pelo prof. Luíz de Freitas Branco. Como palestra introdutória ao Concêrto dedicado ao quadragésimo aniversário dêste compositor, não pode ser mais do que uma reduzida biografia, na qual se faz realçar, no entanto, a personalidade do artista. Achamos que a frase «Se há ser humano em que a grandeza moral do homem dê realce ao génio do artista, êsse ser é Giuseppe Verdi...» é um pouco exagerada; afigura-se-nos que ser «rigoríssimo em contas, de uma honestidade levada ao último limite, ser desinteressado e sincero» não chega para atingir a «grandeza moral» que é, talvez, mais do que um simples somatório de boas qualidades.

«Setenta anos de Estudos Portugueses em Itália», por Giacinto Manuppella, com indicação de vasta bibliografia sôbre o assunto. É pena que a tradução nem sempre seja perfeita, (por exemplo, nas págs. 89, 94 e outras) porque o estudo feito interessa à cultura geral de todos.

«Dante em Portugal e no Brasil», ensaio biblio-iconográfico, do Coronel Henrique de Campos Ferreira.

«Panorama da Música Portuguesa», pelo prof. do Conservatório Nacional, Eduardo Libório.

«Vida Cultural» e «Bibliografia».

L. A.

# PUBLICAÇÕES RECEBIDAS

## Publicações periódicas

**PORTUGAL**

ANAIS DO CLUB MILITAR NAVAL — Março-Abril e Maio-Junho de 1941.

A GRANJA — Agôsto, Setembro e Outubro de 1941.

ARQUITECTURA PORTUGUESA E CERÂMICA E EDIFICAÇÃO — Junho e Julho de 1941.

AGROS — Maio-Junho de 1941.

ARQUIVO FINANCEIRO E SEGURADOR — Julho, Agôsto e Setembro de 1941.

A INDÚSTRIA DO NORTE — Abril, Maio e Junho de 1941.

BOLETIM DA AGÊNCIA GERAL DAS COLÓNIAS — Novembro e Dezembro de 1940 e Fevereiro de 1941.

BOLETIM DA ORDEM DOS ENGENHEIROS — Julho, Agôsto, Setembro e Outubro de 1941.

BOLETIM DA SOCIEDADE DE GEOGRAFIA — Maio-Junho, Julho-Agôsto de 1941.

BOLETIM DA JUNTA NACIONAL DE CORTIÇA — Julho, Agôsto e Setembro de 1941.

BOLETIM DA COMISSÃO DE FISCALIZAÇÃO DE ÁGUAS À CIDADE DE LISBOA — 1.º Semestre de 1941.

BROTÉRIA — Fasc. 2, 3 e 4 do vol. XXXIII — 1941.

ESTUDOS — Fasc. 5-6 — 1941.

GAZETA DOS CAMINHOS DE FERRO — N.os 1286 a 1293.

GIL VICENTE — Maio-Junho, Julho-Agôsto de 1941.

NEPTUNO — Setembro de 1941.

INDÚSTRIA PORTUGUESA — Julho, Agôsto, Setembro e Outubro de 1941.

O INSTITUTO — Vol. 98 — 1941.

OCIDENTE — Agôsto, Setembro e Outubro de 1941.

PORTUCALE — Março-Junho de 1941.

REVISTA AGRONÓMICA — N.º 4 de 1939 e N.º 4 de 1940.

REVISTA DE ARTILHARIA — Maio, Junho, Julho e Agôsto de 1941.

REVISTA DA FACULDADE DE ENGENHARIA — Junho de 1941.

SEARA NOVA — N.ºs 726 a 742.

**ALEMANHA**

EL PROGRESO DE LA INGENIERIA — Julho de 1941.

**ARGENTINA**

LA INGENIERIA — Abril e Maio de 1941.

CIENCIA Y TECNICA - REVISTA DEL CENTRO DE ESTUDIANTES DE INGENIERIA — Julho e Agôsto de 1941.

BOLETIM DO INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACION DE MATERIALES — Abril e Maio de 1941.

**BÉLGICA**

ARCOS — Junho de 1941.

**BRASIL**

REVISTA BRASILEIRA DE ENGENHARIA — Maio de 1941.

**CHILE**

REVISTA DE CAMINOS — Fevereiro, Março-Abril e Maio-Junho de 1941.

**ESPANHA**

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS — Agôsto, Setembro e Outubro de 1941.

CEMENTO — Julho, Agôsto, Setembro e Outubro de 1941.

DYNA — REVISTA DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE ENGENHEIROS INDUSTRIAIS — Agôsto, Setembro e Outubro de 1941.

**HUNGRIA**

TECHNIKA — Julho, Agôsto de 1941.

**ITÁLIA**

L'ORGANIZAZIONE SCIENTIFICA DEL LAVORO — Julho, Agôsto e Setembro de 1941.

ANNALI DEI LAVORI PUBLICI — Junho e Julho de 1941.

L'ELECTROTECNICA — N.ºs 11 a 16 de 1941.

L'INGEGNERE — Julho, Agôsto e Setembro de 1941.

REVISTA DEI SERVICI TECNICI ERARIALI — Maio-Junho e Julho-Agôsto de 1941.

RADIO-TELEVEZIONE — Maio e Junho de 1941.

**SUÍÇA**

BULLETIN EULIKON — Janeiro-Fevereiro e Março-Abril de 1941.

REVUE BROWN BOVERI — Abril, Maio, Junho e Julho de 1941.

REVUE SULZER — N.º 2, 1941.


TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA, DOS ALUNOS DO I. S. T.

DIRECTOR: NUNO ABRANTES

ADMINISTRADOR: LUIZ DE ALMEIDA ALVES

BIBLIOTECÁRIO: JOSÉ DE LUCENA

CORPO REDACTORIAL: FERNANDO MONJARDINO, FRANCISCO ALMEIDA E CASTRO
JOSÉ PASSOS COELHO, FERNANDO MOITINHO DE ALMEIDA,

Propriedade e Edição da A. E. I. S. T.

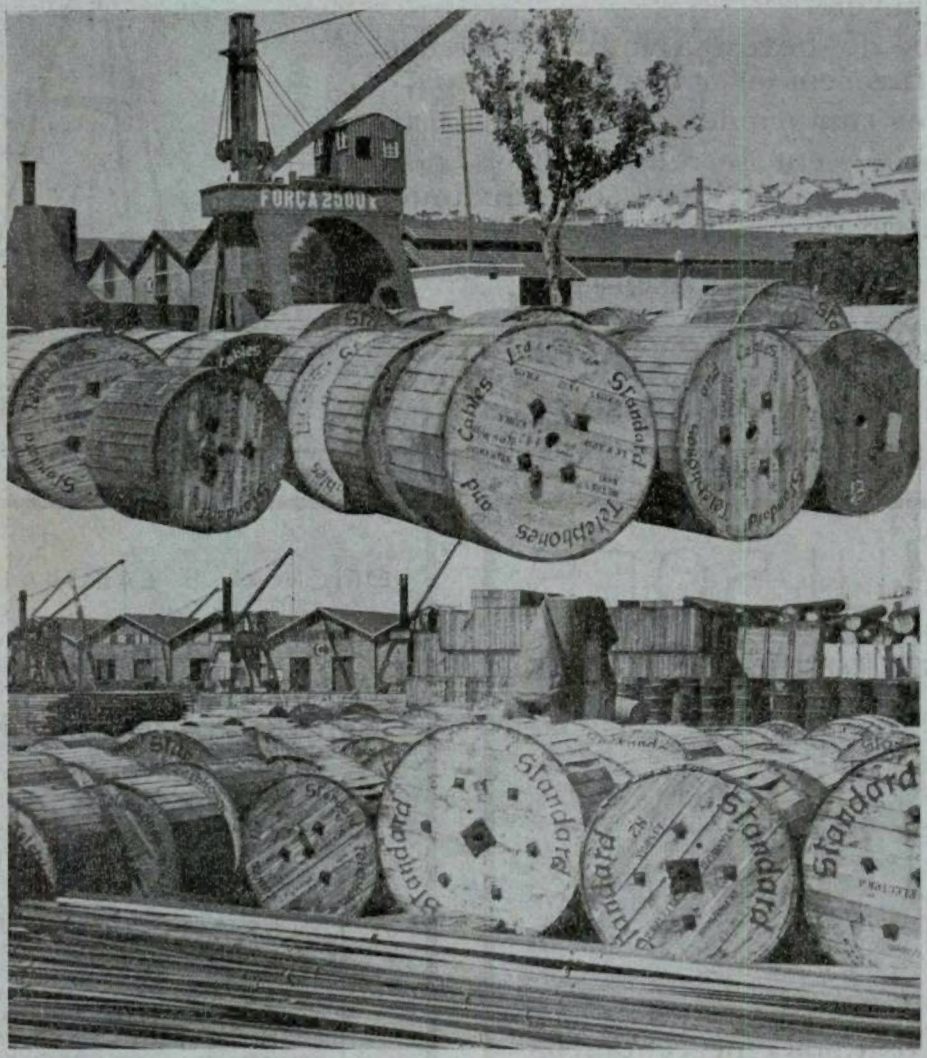
Um recente carregamento chegado de Inglaterra —

111 TAMBORES COM 70.000 METROS

de cabos armados, telefónicos e de fôrça

fabricados pela

**STANDARD TELEPHONES & CABLES LTD.**




TELEFONES RÁDIO CABOS INSTRUMENTOS ELÉCTRICOS DE PRECISÃO

***Standard Electrica***

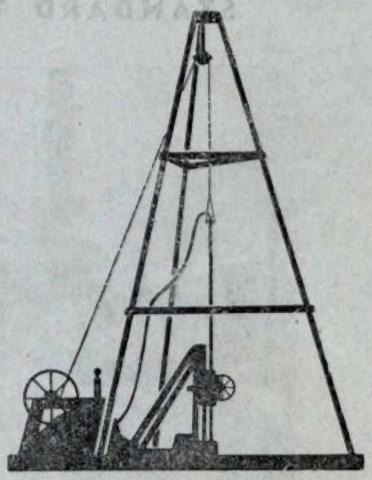
TELEF. 23111/2/3 LISBOA R. AUGUSTA, 27

# Sondages. Etanchements. Consolidations "Procédés Ródio"

Sondagens geológicas
Estudo da resistência e permeabilidade de terrenos; laboratório geofísico
Consolidação e impermeabilização de terrenos e alvenarias por meio de injecções de cimento, produtos químicos, emulsão betuminosa Shellperm, etc.
Estacas de beton armado, sistema **Ródio** sem fazer trepidar o solo
Rebocos comprimidos por «**cement gun**»
Fundações em terrenos difíceis por congelação artificial, ou baixando o nível da água friática.

Sociedade Anónima com séde em PARIS

**As melhores referências no paiz e no estrangeiro**



**Engenheiro delegado para Portugal**

**Walter Weyermann**

**P. do Município, 32-2.º--LISBOA Tel. 2 8685**



# EMULSÕES

de asfalto para estradas

Todos os tipos e percentagens

**TELEFONE 2 0879**
**Telegramas: Epalda—LISBOA**

FÁBRICA EM SACAVÉM



OFICINAS E LABORATÓRIOS

DO

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL e de MINERALOGIA, executam-se análises para o público.

**Para quaisquer informações dirigir-se ao secretário da comissão executiva**

EMPRÊSA DE SONDAGENS E FUNDAÇÕES, L.DA

COM

# Eng. Ricardo E. Teixeira Duarte

(um quarto de século de especialização técnica)

Sondagens geológicas

—

Poços artezianos

—

Rebaixamentos do nível freático

—

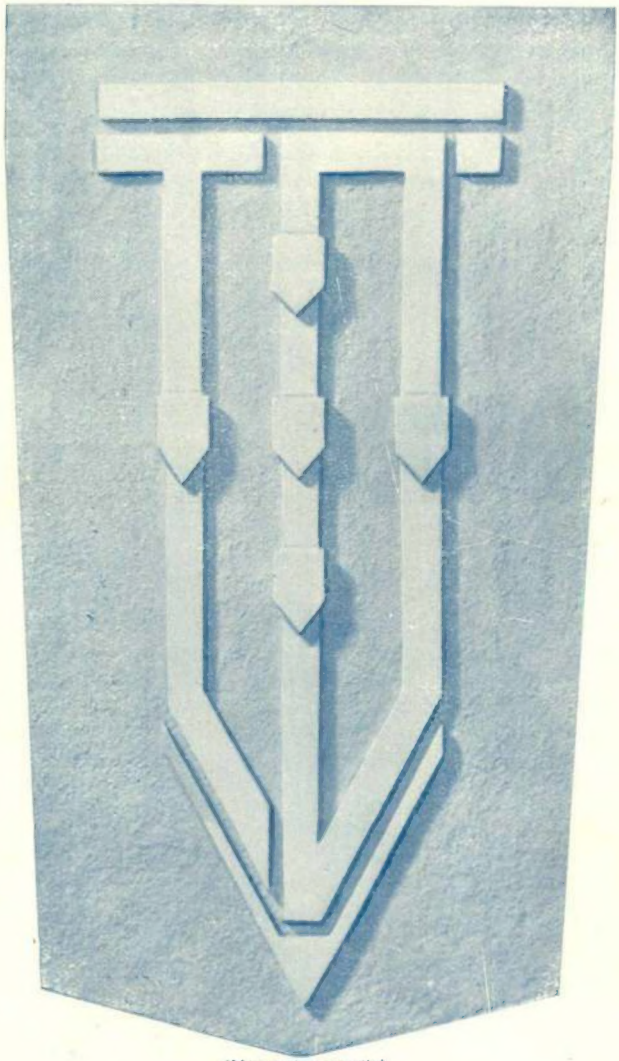
Consolidações do solo

—

Impermeabilização de rochas

—

Captações de água subterrânea



(Marca de garantia)

Fundações de todos os géneros

—

Alicerces económicos

—

Estacas de todos os tipos

—

Consolidação de más fundações

—

Obras hidráulicas

—

Obras subterrâneas

LISBOA — RUA AUGUSTA, 280, 3.° E 4.°

TELEFONE 2 3962

SOCIEDADE ANÓNIMA

# BROWN, BOVERI & CIE.

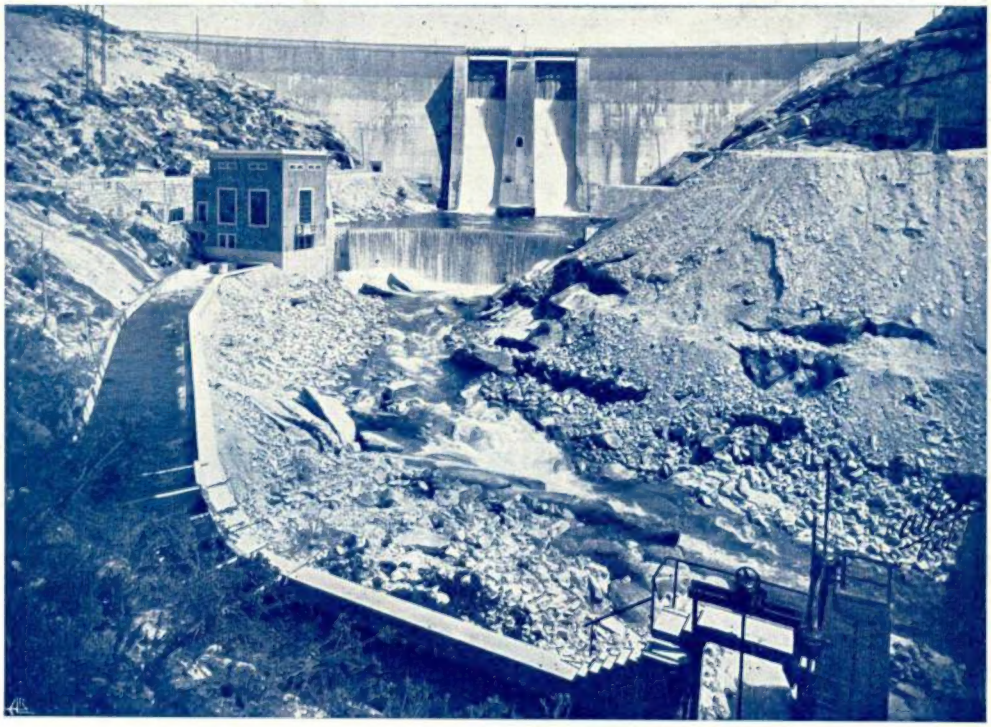
## BADEN (SUISSA)

**Representante geral para Portugal e Colónias:**

## EDOUARD DALPHIN

**Escritório Técnico: Rua de Passos Manuel, 191, 2.º // PORTO // Tel. 2411**

Máquinas eléctricas, transformadores, mutadores, aparelhos para alta e baixa tensão. Montagem completa de centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de fábricas e de caminho de ferro. Locomotivas, e auto-motoras eléctricas e Diessel-eléctricas. Máquinas de extracção. Turbinas a vapor. Geradores de vapor Velox. Máquinas frigoríficas. Grupos e transformadores para a soldadura pelo arco. Fornos eléctricos. Comandos eléctricos especiais para tôdas as máquinas utilizadas nas Fábricas de Fiação, Tecelagem, Acabamentos, Estamparia, Cimento, Moagem, etc.



**Barragem do Ermal, da Companhia Electro-Hidráulica de Portugal, com 20 milhões de metros cúbicos de capacidade da albufeira. Na parte central, duas comportas automáticas, da casa construtora «Ateliers des Charmilles», de 9 × 5 metros, para a evacuação das cheias. Em baixo, a central automática de Guilhofrei (I) com uma turbina vertical tipo Kaplan (Ateliers des Charmilles) de 2750 cavalos e o canal de condução da água à central do Ermal (central II) com uma turbina vertical tipo Francis de 6250 cavalos (Ateliers des Charmilles) e duas horizontais (Escher-Wyss) de 500 e 1500 cavalos. Tôda a parte eléctrica (alternadores, transformadores, aparelhos de 2000 e 30000 Volts) da casa BROWN, BOVERI & Cie.**